

OSP-10159

us

06438 US

2/12

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

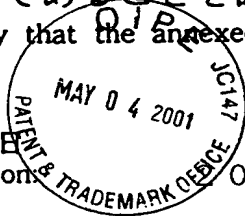
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2000年11月17日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2000-351133

出 願 人  
Applicant(s): 株式会社ニコン

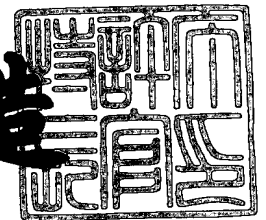


RECEIVED  
MAY 7 2001  
TC 1700

2001年 1月 5日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3109763

【書類名】 特許願

【整理番号】 J86049B1

【提出日】 平成12年11月17日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明の名称】 搬送方法及び搬送装置、位置決め方法及び位置決め装置  
、基板保持方法及び基板保持装置、露光方法及び露光装  
置、デバイスの製造方法及びデバイス

【請求項の数】 27

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン  
内

【氏名】 田中 慶一

【特許出願人】

【識別番号】 000004112

【氏名又は名称】 株式会社ニコン

【代理人】

【識別番号】 100064908

【弁理士】

【氏名又は名称】 志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】 100108578

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 詔男

【選任した代理人】

【識別番号】 100089037

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡邊 隆

【選任した代理人】

【識別番号】 100101465

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100107836

【弁理士】

【氏名又は名称】 西 和哉

【選任した代理人】

【識別番号】 100108453

【弁理士】

【氏名又は名称】 村山 靖彦

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 平成11年特許願第375850号

【出願日】 平成11年12月28日

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 平成11年特許願第377305号

【出願日】 平成11年12月28日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9800076

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 搬送方法及び搬送装置、位置決め方法及び位置決め装置、基板保持方法及び基板保持装置、露光方法及び露光装置、デバイスの製造方法及びデバイス

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板を搬送面に沿って搬送する搬送方法において、

前記搬送面に沿って並ぶ複数の電極に電圧を印加して前記基板を帯電させた後、該基板に帯電した電荷の符号と同じ符号になるように前記複数の電極に電圧を印加して前記基板を前記搬送面に対して静電気力により浮上させ、

前記基板における誘電分極に要する時間に応じて前記複数の電極に印加する電圧を切り替えることにより前記基板を搬送することを特徴とする搬送方法。

【請求項 2】 前記電圧を切り替える周期を、前記基板の分極時定数よりも短く設定することを特徴とする請求項 1 に記載の搬送方法。

【請求項 3】 前記基板を浮上させるためのガスを前記基板と前記搬送面との間に供給することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の搬送方法。

【請求項 4】 基板を搬送面に沿って搬送する搬送装置において、

前記搬送面に沿って並ぶ複数の電極と、

前記複数の電極に電圧を印加して前記基板を帯電させた後、該基板に帯電した電荷の符号と同じ符号になるように前記複数の電極に電圧を印加し、前記基板における誘電分極に要する時間に応じて前記複数の電極に印加する電圧を切り替える制御装置とを備えることを特徴とする搬送装置。

【請求項 5】 前記搬送面に設けられ、前記電極の並ぶ方向と垂直な方向に並ぶ複数の第 2 電極を備えることを特徴とする請求項 4 に記載の搬送装置。

【請求項 6】 前記第 2 電極は、前記電極の両側に設けられることを特徴とする請求項 5 に記載の搬送装置。

【請求項 7】 前記基板と搬送面との間に、絶縁体を備えることを特徴とする請求項 4 から請求項 6 のいずれか一項に記載の搬送装置。

【請求項 8】 前記基板と搬送面との間にガスを供給するガス供給装置を備えることを特徴とする請求項 4 から請求項 7 のいずれか一項に記載の搬送装置。

【請求項 9】 所定の面上で基板を位置決めする位置決め方法であって、前記面に沿って並ぶ複数の電極に電圧を印加して前記基板を帯電させる第 1 ステップと、

前記複数の電極に前記第 1 ステップとは異なる電圧を印加して静電気力により前記基板を前記面上に浮上させる第 2 ステップと、

前記複数の電極に印加する電圧を切り替えながら前記基板を所定の位置に移動させる第 3 ステップとを備えることを特徴とする位置決め方法。

【請求項 10】 前記第 3 ステップでは、前記基板における誘電分極に要する時間に応じて電圧を切り替えることを特徴とする請求項 9 に記載の位置決め方法。

【請求項 11】 所定の位置に移動した前記基板を静電気力により前記面上に吸着する第 4 ステップを備えることを特徴とする請求項 9 または請求項 10 に記載の基板位置決め方法。

【請求項 12】 前記基板を浮上させるためのガスを前記基板と前記面との間に供給することを特徴とする請求項 9 から請求項 11 のいずれか一項に記載の位置決め方法。

【請求項 13】 所定の面上で基板を位置決めする位置決め装置であって、前記面に沿って並ぶ複数の電極と、  
前記複数の電極に電圧を印加して前記基板を帯電させた後、前記基板における誘電分極に要する時間に応じて前記複数の電極に印加する電圧を切り替える制御装置とを備えることを特徴とする位置決め装置。

【請求項 14】 第 1 方向に前記複数の電極が並ぶ第 1 電極部と、前記第 1 方向に垂直な第 2 方向に前記複数の電極が並ぶ第 2 電極部とを備えることを特徴とする請求項 13 に記載の位置決め装置。

【請求項 15】 前記第 2 電極部は、前記第 2 方向に垂直な方向に分けて配されることを特徴とする請求項 14 に記載の位置決め装置。

【請求項 16】 前記基板と前記面との間には、絶縁体が配されることを特徴とする請求項 13 から請求項 15 のいずれか一項に記載の位置決め装置。

【請求項 17】 前記基板と前記面との間にガスを供給するガス供給装置を

備えることを特徴とする請求項 1 3 から請求項 1 6 のいずれか一項に記載の位置決め装置。

【請求項 1 8】 保持面上に基板を保持する基板保持方法であって、

請求項 9 から請求項 1 2 のいずれか一項に記載の位置決め方法を用いて前記保持面上で基板を位置決めすることを特徴とする基板保持方法。

【請求項 1 9】 保持面上に基板を保持する基板保持装置であって、

前記保持面上で基板を位置決めするために請求項 1 3 から請求項 1 7 のいずれか一項に記載の位置決め装置を備えることを特徴とする基板保持装置。

【請求項 2 0】 露光用の照明光を射出する工程を備えた露光方法において、

請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の搬送方法により前記照明光の経路上に基板を搬送することを特徴とする露光方法。

【請求項 2 1】 露光用の照明光を射出する工程と、

請求項 9 から請求項 1 2 のいずれか一項に記載の位置決め方法を用いて前記照明光の経路上に配置される基板を位置決めする工程とを備えることを特徴とする露光方法。

【請求項 2 2】 露光用の照明光を射出する工程を備える露光方法であって、

請求項 1 8 に記載の基板保持方法を用いて前記照明光の経路上に配置される基板を保持することを特徴とする露光方法。

【請求項 2 3】 露光用の照明光を射出する照明系を備えた露光装置において、

前記照明光の経路上に基板を搬送するために請求項 4 から請求項 8 のいずれか一項に記載の搬送装置を備えることを特徴とする露光装置。

【請求項 2 4】 露光用の照明光を射出する照明系と、

前記照明光の経路上に配置される基板を位置決めするために請求項 1 3 から請求項 1 7 のいずれか一項に記載の位置決め装置とを備えることを特徴とする露光装置。

【請求項 2 5】 露光用の照明光を射出する照明系と、

前記照明系の経路上に配置される基板を保持するために請求項 1 9 に記載の基板保持装置を備えることを特徴とする露光装置。

【請求項 2 6】 リソグラフィ工程を含むデバイスの製造方法であって、  
前記リソグラフィ工程では請求項 2 0 から請求項 2 2 のいずれか一項に記載の露光方法を用いることを特徴とするデバイスの製造方法。

【請求項 2 7】 所定のパターンが形成されたデバイスであって、  
請求項 2 3 から請求項 2 5 のいずれか一項に記載の露光装置を用いて製造されることを特徴とするデバイス。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、基板を搬送する搬送方法及び搬送装置、所定の面上で基板を位置決めするための位置決め方法及び位置決め装置、保持面上に基板を保持するための基板保持方法及び基板保持装置、露光方法及び露光装置、デバイス製造方法及びデバイスに関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、半導体素子（集積回路等）や液晶ディスプレイパネル等のデバイス（電子デバイス）を製造するリソグラフィ工程では、露光装置と他の基板処理装置、例えば、基板にレジスト等の感光剤を塗布する塗布装置（コータ）や感光剤が塗布された基板に現像を行う現像装置（デベロッパ）等をインラインで接続したリソグラフィシステムが多く用いられるようになっている。

【0 0 0 3】

この種のリソグラフィシステムは、例えば、露光装置の収納装置（チャンバ）内に露光装置本体、基板搬送装置、受け渡しポートを設ける一方、感光剤塗布機能及び現像機能の双方を備えたコータ・デベロッパのチャンバ内にコータ・デベロッパ本体、基板搬送装置等を設けた構成になっている。コータ・デベロッパで所定の処理が施された基板は、基板搬送装置により両チャンバに設けられた開口部を介して露光装置内の受け渡しポートへ搬送され、さらに露光装置本体に搬送

されて露光処理を施される。一方、露光処理を終えた基板は、上記と逆の順序でコータ・デベロッパに再度搬送されて所定の処理を施されたり、露光装置から搬出されて検査工程等へ送られたりする。

#### 【 0 0 0 4 】

図 1 7 に従来の露光装置を示す。この露光装置では、搬送装置 3 0 0 により、露光装置本体 3 2 0 の基板保持装置（以後、基板ホルダと称する）3 2 1 に基板 P が搬送される。搬送装置 3 0 0 は、基板 P を保持するためのロボットアーム 3 0 1 と、このロボットアーム 3 0 1 を移動自在に支持するガイド部 3 0 2 と、基板 P を露光装置本体 3 2 0 に対してロードするためのローダ 3 0 3 と、このローダ 3 0 3 を移動自在に支持するローダガイド部 3 0 4 とを備えている。ロボットアーム 3 0 1 及びローダ 3 0 3 は基板 P を保持するための真空吸着穴を備えており、回転モータ及びこの回転モータに連結されたボールネジの作用によって各ガイド部に沿って移動可能に設けられている。

#### 【 0 0 0 5 】

ポート P T 1 から基板 P を受け取ったロボットアーム 3 0 1 は、この基板 P を位置 P S 1 まで搬送する。位置 P S 1 には、第 1 の位置決め装置としての第 1 プリアライメント機構 3 0 5 が備えられている。この第 1 プリアライメント機構 3 0 5 は、例えば回転自在に支持されるターンテーブルや、基板 P の位置を検出する位置検出機構等を備えており、位置 P S 1 において基板 P の回転方向の位置を補正するように構成されている。基板 P の回転方向の位置が補正されると、ローダ 3 0 3 により、その基板 P は、ローダガイド部 3 0 4 に沿って位置 P S 2 まで搬送される。この位置 P S 2 において、基板 P は、第 2 の位置決め装置としての第 2 プリアライメント機構 3 0 6 により水平方向（X Y 方向）の位置が補正され、その後、露光装置本体 3 2 0 の基板ホルダ 3 2 1 に保持される。第 2 プリアライメント機構 3 0 6 は、基板 P に当接するように移動されるピンを有する機構等からなり、例えばローダ 3 0 3 など搬送装置の一部として設けられている。基板 P を保持した基板ホルダ 3 2 1 は移動し、露光装置本体 3 2 0 の照明光の経路上に基板 P を配置する。そして、露光装置本体 3 2 0 において、露光用の照明光が射出されることにより、マスクの回路パターンが基板 P 上に転写される。なお、



第 1 及び第 2 プリアライメント機構による基板の位置決め動作は、実露光動作時における光学的なアライメントの精度を高めることを目的とするものである。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

上述したように、回転モータ及びボールネジを用いてロボットアーム 3 0 1 を移動させる構成においては、搬送装置 3 0 0 全体が大型化してしまい、広い設置スペースが必要とされるとともに、真空吸着によって保持された基板 P を各ロボットアーム間で受け取り・渡しを行わなければならないため、その動作に時間がかかり製造効率が低下する場合がある。さらに、搬送機構が回転モータ及びボールネジを備えた構成においては、搬送の高速化を行った場合、振動が発生する恐れがあり、安定した搬送動作を実現できない場合がある。

【 0 0 0 7 】

また、上述した従来の露光装置のように、基板保持装置に基板を保持するにあたり、機械的な動作による基板の位置決め（プリアライメント）を行うと、その位置決め動作の振動が露光装置本体に伝わり、露光精度が低下するという不都合がある。露光装置では、生産能力の向上を図るために、基板保持装置を複数備え、一の基板保持装置上の基板に対する露光の間に、次の基板を他の基板保持装置に予め保持するといったことを行う場合が多い。そのため、プリアライメント動作によって振動が生じると、その振動が機械部品に伝わって露光精度に影響を及ぼす恐れがある。

【 0 0 0 8 】

さらに、上述した従来の位置決め装置のように、機械的な動作により基板の位置決めを行うと、その機構を設けるためのスペースが必要となったり、複雑な機構を要してしまう。また、従来の露光装置では、プリアライメント機構（位置決め装置）による機械的な基板の位置決め（プリアライメント）の後、基板ホルダ（基板保持装置）による基板保持を行う。そのため、機械的な位置決め動作そのものに時間を要してしまう。

【 0 0 0 9 】

本発明は、上述する事情に鑑みてなされたものであり、その第 1 の目的は、装

置の小型化を実現し、基板を効率良く搬送することができる搬送方法及び装置、並びに製造効率の良い露光方法及び装置を提供することにある。

## 【 0 0 1 0 】

また、本発明の第 2 の目的は、基板の位置決めに伴う機械的な動作を減らし、振動の発生を抑制するとともに、装置の小型化や処理時間の短縮化を図ることができる位置決め方法及び位置決め装置、基板保持方法及び基板保持装置、並びに露光方法及び露光装置を提供することにある。

## 【 0 0 1 1 】

また、本発明の第 3 の目的は、精度のよいデバイス、実デバイスの露光精度を向上させることができる露光方法及び露光装置並びにデバイスの製造方法を提供することにある。

## 【 0 0 1 2 】

## 【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため本発明は、実施の形態に示す図 1 ～図 1 6 に対応付けた以下の構成を採用している。

本発明の搬送方法は、基板 (P) を搬送面 (3) に沿って搬送する搬送方法において、搬送面 (3) に沿って並ぶ複数の電極 (4) に電圧を印加して基板 (P) を帯電させた後、この基板 (P) に帯電した電荷の符号と同じ符号になるように複数の電極 (4) に電圧を印加して基板 (P) を搬送面 (3) に対して静電気力により浮上させ、基板 (P) における誘電分極に要する時間 ( $T_p$ ) に応じて複数の電極 (4) に印加する電圧を切り替えることにより基板 (P) を搬送することを特徴とする。

## 【 0 0 1 3 】

本発明によれば、基板 (P) を帯電させた状態で、この基板 (P) に帯電した電荷の符号と同じ符号になるように電極 (4) に所定の電圧を印加することにより、基板 (P) は静電気力により搬送面 (3) に対して浮上する。そして、搬送面 (3) に沿って並ぶ複数の電極 (4) に印加する電圧を切り替えて各電極 (4) に帯電する電荷の符号を変化させることにより、基板 (P) は搬送方向 (Y) への力をうける。このとき、基板 (P) は搬送面 (3) に対して浮上した状態で

搬送される。すなわち、基板（P）は搬送面（3）に対して非接触状態で搬送されるので、振動発生は抑制され、搬送の高速化を実現することができる。したがって、効率良い搬送動作を行うことができる。

## 【 0 0 1 4 】

このとき、電圧を切り替える周期（T<sub>d</sub>）を、基板（P）の分極時定数（T）よりも短く設定することにより、搬送される基板（P）は搬送面（3）に対する浮上状態を安定して維持される。すなわち、基板（P）は搬送面（3）に対する非接触状態を維持されたまま搬送されるので、振動発生を抑えつつ高速に効率良く搬送される。

## 【 0 0 1 5 】

このような搬送方法は、基板（P）を搬送面（3）に沿って搬送する搬送装置（H）において、搬送面（3）に沿って並ぶ複数の電極（4）と、複数の電極（4）に電圧を印加して基板（P）を帯電させた後、この基板（P）に帯電した電荷の符号と同じ符号になるように複数の電極（4）に電圧を印加し、基板（P）における誘電分極に要する時間（T<sub>p</sub>）に応じて複数の電極（4）に印加する電圧を切り替える制御装置（9）とを備えることを特徴とする搬送装置（H）によって行うことができる。

## 【 0 0 1 6 】

この場合において、基板（P）と搬送面（3）との間にガスを供給するガス供給装置（10）を設け、このガス供給装置（10）により基板（P）と搬送面（3）との間にガスを供給することにより、搬送面（3）に対する基板（P）の浮上は安定して行われる。したがって、基板（P）は、搬送面（3）との非接触状態を安定して維持した状態で高速に搬送可能となるので、効率よい搬送動作を確実に実現することができる。

## 【 0 0 1 7 】

この場合において、搬送面（3）に、電極（4）の並ぶ方向（Y）と垂直な方向（X）に並ぶ複数の第2電極（5）を設けることにより、基板（P）の搬送方向（Y）と垂直な方向（X）に対する位置制御を行うことができる。したがって、基板（P）は安定して搬送される。このとき、第2電極（5）を、電極（4）

の両側に設けることによって、位置制御はさらに安定して行われる。

【0018】

また、本発明の位置決め方法は、所定の面（200）上で基板（P）を位置決めする位置決め方法であって、前記面（200）に沿って並ぶ複数の電極（ELD）に電圧を印加して前記基板（P）を帯電させる第1ステップと、前記複数の電極（ELD）に前記第1ステップとは異なる電圧を印加して静電気力により前記基板（P）を前記面（200）上に浮上させる第2ステップと、前記複数の電極（ELD）に印加する電圧を切り替えながら前記基板（P）を所定の位置に移動させる第3ステップとを備えることを特徴とする。

【0019】

この位置決め方法によれば、基板（P）を帯電させた状態で、複数の電極（ELD）に所定の電圧を印加することにより、基板（P）は静電気力により面（200）上に浮上する。そして、面（200）に沿って並ぶ複数の電極（ELD）に印加する電圧を切り替えることにより、基板（P）は面（200）に対して浮上した状態で所定の位置に移動する。そのため、機械的な動作をほとんど要することなく所定の面（200）上で基板（P）を位置決めすることが可能となる。したがって、位置決めに伴う振動の発生を抑制することができる。

【0020】

この場合において、請求項2に記載の発明のように、基板（P）における誘電分極に要する時間に応じて電圧を切り替えることにより、基板（P）の浮上状態を安定して維持することができる。

【0021】

この場合において、所定の位置に移動した基板（P）を静電気力により面（200）上に吸着することにより、基板（P）を所定の位置で確実に保持することができる。しかも、この吸着動作において位置決め動作と同じ電極（ELD）を用いることにより、装置の小型化や処理時間の短縮化を容易に図ることができる。

【0022】

この場合において、基板（P）を浮上させるためのガスを基板（P）と面（2

0 0) との間に供給してもよい。これにより、面 (2 0 0) に対する基板 (P) の浮上がさらに安定して行われる。

【0 0 2 3】

これらの位置決め方法は、所定の面 (2 0 0) 上で基板 (P) を位置決めする位置決め装置であって、前記面 (2 0 0) に沿って並ぶ複数の電極 (E L D) と、前記複数の電極 (E L D) に電圧を印加して前記基板 (P) を帯電させた後、前記基板 (P) における誘電分極に要する時間に応じて前記複数の電極 (E L D) に印加する電圧を切り替える制御装置 (9) とを備える位置決め装置 (1 3 2) によって行うことができる。

【0 0 2 4】

この場合において、第 1 方向に複数の電極 (E L D) が並ぶ第 1 電極部 (2 1 0) と、前記第 1 方向に垂直な第 2 方向に複数の電極 (E L D) が並ぶ第 2 電極部 (2 1 1) とを備えることにより、所定の面 (2 0 0) 上で基板 (P) を 2 次元方向に位置決めすることが可能となる。したがって、さらに確実に基板 (P) の位置決めを行うことができる。

【0 0 2 5】

この場合において、第 2 電極部 (2 1 1, 2 1 2) を、第 2 方向に垂直な方向に分けて配してもよい。これにより、基板 (P) に対する駆動力を各第 2 電極部 (2 1 1, 2 1 2) ごとに対向させ、基板 (P) に回転方向の力を与えることで、基板 (P) の回転方向の位置を補正することが可能となる。

【0 0 2 6】

この場合において、基板 (P) と面 (2 0 0) との間に、絶縁体 (2 0 3) を配してもよい。これにより、基板 (P) の誘電分極が安定して行われる。

【0 0 2 7】

この場合において、基板 (P) と面 (2 0 0) との間にガスを供給するガス供給装置を備えることにより、面 (2 0 0) に対する基板 (P) の浮上を安定して行うことが可能となる。

【0 0 2 8】

また、本発明の基板保持方法は、保持面 (2 0 0) 上に基板 (P) を保持する

基板保持方法であって、上記位置決め方法を用いて前記保持面（200）上で基板（P）を位置決めすることを特徴とする。この基板保持方法によれば、保持面（200）上で静電気力により基板（P）を位置決めするため、他の場所で基板（P）を位置決めする場合に比べて、処理時間の短縮化を図りやすい。

## 【0029】

また、本発明の基板保持装置は、保持面（200）上に基板（P）を保持する基板保持装置であって、前記保持面（200）上で基板（P）を位置決めするために上記位置決め装置（132）を備えることを特徴とする。この基板保持装置によれば、位置決め装置としての機能と基板保持装置としての機能との2つの機能を有する構造とすることが可能となり、これらの機能を有する装置として小型化を容易に図ることができる。

## 【0030】

また、本発明の露光方法は、上記搬送方法によって基板（P）を露光用の照明光（EL）の経路上に搬送するものであり、搬送効率が向上することによって全体の製造効率が向上する。さらに、本発明の露光方法は、上記位置決め方法及び基板保持方法によって基板（P）を位置決めしたり基板（P）を保持したりするものであり、位置決めに伴う振動の発生を抑制することによって、実デバイスの露光精度を向上させることができる。また、本発明の露光装置は、上述のような搬送装置（H）によって基板（P）を露光用の照明光（EL）上に搬送するものである。さらに、本発明の露光装置は、上述のような位置決め装置及び基板保持装置（132）によって基板（P）を位置決めしたり基板（P）を保持面（200）上に保持したりするものである。

## 【0031】

また、本発明のデバイスの製造方法は、リソグラフィ工程において上記露光方法を用いるものであり、デバイスにパターンを精度よく形成することにより、デバイスの精度を向上させることができる。また、本発明のデバイスは、上記露光装置を用いて製造されるものである。

## 【0032】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の一実施形態に係る搬送方法及び搬送装置、位置決め方法及び位置決め装置、基板保持方法及び基板保持装置、露光方法及び露光装置、デバイスの製造方法及びデバイスを図面を参照しながら説明する。図 1 は本発明の搬送装置 H を備えた露光装置 1 の概略構成図である。また、図 2 は搬送装置 H の平面図であり、図 3 は搬送装置 H の要部拡大断面図である。さらに、図 4 は露光装置本体の構成図である。

## 【 0 0 3 3 】

これらの図において、露光装置 1 は、基板 P を搬送するための搬送装置 H と、この基板 P に対して露光処理を行うための露光装置本体 1 0 0 と、搬送装置 H と露光装置本体 1 0 0 との間で基板 P の受け取り・渡しを行うためのロード・アンロード部 R とを備えており、これらはチャンバ C 内に設置されている。そして、搬送装置 H を備えた露光装置 1 全体の動作は、制御装置 9 の指示に基づいて行われるようになっている。

## 【 0 0 3 4 】

基板 P は、例えば、所定の物性を有する半導体ウエハであって、コータ・デベロッパによってレジストを塗布された後、搬送装置 H によって露光装置本体 1 0 0 に搬送され、露光処理を施されるものである。

## 【 0 0 3 5 】

搬送装置 H は、例えば、基板 P を収納するための基板収納部（不図示）、あるいはコータ・デベロッパと露光装置 1 との間に設けられたポート（不図示）と露光装置本体 1 0 0 との間で基板 P を搬送するためのものである。この搬送装置 H は、搬送方向（Y 方向）に沿って設けられた平面状のプレート（搬送面）3 を備える搬送装置本体 2 と、このプレート 3 の下方（-Z 方向）に設置された複数の電極 4 とを備えている。プレート 3 は、例えば、合成樹脂などの絶縁体によって形成されており、このプレート 3 上を基板 P が搬送されるようになっている。

## 【 0 0 3 6 】

電極 4 は、プレート 3 の下方に複数設けられたものであり、図 2 に示すように、平面視それぞれ長形状に形成されている。このとき、長形状に形成された電極 4 のそれぞれの角部を、電荷の集中を防止するために丸めて形成することが

可能である。そして、電極 4 は、その長手方向を搬送方向（Y 方向）と垂直方向（X 方向）に向けて配置されるとともに、搬送方向に沿って所定のピッチで配置されている。また、電極 4 は、プレート 3 の X 方向中央部に設けられており、それぞれの電極 4 の長手方向（X 方向）の長さは、搬送される基板 P の大きさに応じて設定される。

## 【 0 0 3 7 】

それぞれの電極 4 には、電源（不図示）が接続されている。この電源は、電極 4 に所定の電圧を印加するものであって、それぞれの電極 4 に対して所定の電圧を独立して印加可能になっている。さらに、電源は、電極 4 に印加する電圧の符号（正負）を切り替え可能となっている。具体的には、それぞれの電極 4 は電源から交流電圧を印加される。また、図 3 に示すように、複数の電極 4 は、搬送方向に沿って U、V、W、U'、V'、W'・・・と 3 つずつ異なる種類の電極を備えた 3 相式となっている。

## 【 0 0 3 8 】

図 2 に示すように、電極 4 の X 方向両側には第 2 電極 5 が設けられている。この第 2 電極 5 は、電極 4 同様、それぞれ平面視長形状に形成されており、電極 4 の並ぶ方向（Y 方向）と垂直な方向（X 方向）に所定のピッチで複数配置されている。この第 2 電極 5 も、それぞれ電源（不図示）に接続されており、所定の電圧をそれぞれ独立して印加されるようになっている。具体的には、電極 4 同様、交流電圧が印加されるようになっている。この第 2 電極 5 が配置される位置は、搬送される基板 P の大きさに応じて設定されるようになっており、この場合、第 2 電極 5 は、搬送される基板 P の周縁部の下方に配置されるように設定されている。

## 【 0 0 3 9 】

また、プレート 3 には、搬送される基板 P の位置及び姿勢を検出するための位置検出装置 6 が設けられている。この位置検出装置 6 は、例えば、レーザー変位センサによって構成されており、プレート 3 に搬送方向（Y 方向）に沿って所定の間隔で配置されている。このとき、位置検出装置 6 は、それぞれの電極 4 の間、及び第 2 電極 5 の外側に設けられており、プレート 3 上を搬送される基板 P に



向かって照射した投光光の反射光を受光することにより、基板Pのプレート3上における位置を検出可能となっている。この位置検出装置6の検出信号は制御装置9に出力されるようになっている。

なお、この位置検出装置としては、例えば、基板Pが搬送されるプレート3の上方に設置されたCCDセンサによって構成することも可能である。

#### 【0040】

図4に示すように、露光装置本体100は、光源153からの光束をマスクステージ111に保持されるマスクMに照明する照明系150と、この照明系150内に配され露光用照明光（露光光）ELを通過させる開口Sの面積を調整してこの露光光ELによるマスクMの照明範囲を規定するブラインド部140と、露光光ELで照明されたマスクMのパターンの像を感光剤が塗布された基板P上に投影する投影光学系120と、基板Pを保持する基板ホルダ132と、この基板ホルダ132を支持する基板ステージ130とを備えている。

#### 【0041】

照明系150は、例えば水銀ランプ等の光源153と、この光源153から射出された露光光を集光する楕円鏡154と、この集光された露光光をほぼ平行な光束に変換するインプットレンズ155と、このインプットレンズ155から出力された光束が入射して後側（マスクM側）焦点面に多数の二次元光源を形成するフライアイレンズ156と、これら二次元光源から射出された露光光を集光してマスクMを均一な照度で照明するコンデンサレンズ系とを備えている。

#### 【0042】

なお、光源153は、例えば、発振波長157nmのフッ素レーザー（ $F_2$ レーザー）、発振波長146nmのクリプトンダイマーレーザー（ $Kr_2$ レーザー）、発振波長126nmのアルゴンダイマーレーザー（ $Ar_2$ レーザー）などによって構成することも可能である。また、光源153として、発振波長193nmのArFレーザーエキシマレーザー等を用いることも可能である。

#### 【0043】

ブラインド部140は、例えば、平面L字状に屈曲し露光光ELの光軸AXと直交する面内で組み合わせられることによって矩形状の開口Sを形成する一対の

ブレード145A、145Bと、これらブレード145A、145Bを制御装置9の指示に基づいて光軸AXと直交する面内で変位させるブレード変位装置143A、143Bとを備えている。この可動ブレード145A、145Bの近傍には、開口形状が固定された固定ブラインド146が配置されている。固定ブラインド146は、例えば4つのナイフエッジにより矩形の開口を囲んだ視野絞りであり、その矩形開口の上下方向の幅がブレード145A、145Bによって規定されるようになっている。このとき、開口Sの大きさはブレード145A、145Bの変位に伴って変化し、開口Sはフライアイレンズ156から入射される露光光ELのうち、通過させた露光光ELのみを反射ミラー151を介してメインコンデンサレンズ152に送る。開口Sにより規定された露光光ELは、メインコンデンサレンズ152を介してマスクステージ111に保持されるマスクMの特定領域（パターン領域）PAをほぼ均一な照度で照明する。これら各光学部材及びブラインド部140は所定位置関係で配置されており、ブラインド部140はマスクMのパターン面と共役な面に配置されている。

## 【0044】

マスクステージ111は露光時に使用されるマスクMを搭載するためのものであって、マスクMに形成されているパターンPAは、投影光学系120を通して基板ステージ130に設置される基板Pに転写されるようになっている。

## 【0045】

マスクステージ111は、マスクM上のパターンPAが形成された領域に対応した開口112を有し、不図示の駆動機構によりX方向、Y方向、 $\theta$ 方向（Z軸回りの回転方向）に微動可能となっている。このマスクステージ111の駆動機構は、例えば2組のボイスコイルモータによって構成されており、制御装置9の指示に基づいて駆動する。制御装置9は、マスクステージ111を移動することによって、パターンPAの領域の中心（マスクセンター）が投影光学系120の光軸AXを通るようにマスクMの位置決めをするようになっている。

## 【0046】

投影光学系120は、開口Sによって規定されたマスクMの露光光ELによる照明範囲に存在するパターンPAの像を基板Pに結像させ、基板Pの特定領域（

ショット領域) にパターンPAの像を露光するものである。この投影光学系120は、蛍石、フッ化リチウム等のフッ化物結晶からなるレンズや反射鏡などの複数の光学部材を投影系ハウジングで密閉したものである。

## 【0047】

基板ステージ130は、基板保持装置としての基板ホルダ132を載置した基板テーブル131と、この基板テーブル131をX-Y平面の2次元方向に移動可能に支持するXYステージ装置133とを備えている。この場合、投影光学系120の光軸AXは、X-Y平面に直交するZ方向と一致している。すなわち、X-Y平面は、投影光学系120の光軸AXと直交関係にある。

## 【0048】

基板ステージ130は、基板ホルダ132を載置した基板テーブル131と、この基板テーブル131をX-Y平面の2次元方向に移動可能に支持するXYステージ装置133とを備えている。この場合、投影光学系120の光軸AXは、X-Y平面に直交するZ方向と一致している。すなわち、X-Y平面は、投影光学系120の光軸AXと直交関係にある。また、基板ステージ130上の基板ホルダ132は基板Pを真空吸着するための真空吸着穴を備えており、基板ホルダ132に搬送された基板Pは、基板ホルダ132によって真空吸着される。

## 【0049】

基板ステージ130のXY方向の位置はレーザー干渉システムによって調整されるようになっている。これを詳述すると、基板ステージ130(基板テーブル131)の-X側の端部には、平面鏡からなるX移動鏡136XがY方向に延設されている。このX移動鏡136Xにほぼ垂直にX軸レーザー干渉計137Xからの測長ビームが投射され、その反射光がX軸レーザー干渉計137X内部のディテクタによって受光され、X軸レーザー干渉計137X内部の参照鏡の位置を基準としてX移動鏡136Xの位置、すなわち基板PのX位置が検出されるようになっている。同様に、図示は省略されているが、基板ステージ130の+Y側の端部には平面鏡からなるY移動鏡がY方向に延設されている。そして、このY移動鏡を介してY軸レーザー干渉計によって上記と同様にしてY移動鏡の位置、すなわち基板PのY位置が検出される。X軸及びY軸それぞれのレーザー干渉計

の検出値（計測値）、すなわち基板 P の X Y 方向の位置情報は制御装置 9 に送られる。

## 【 0 0 5 0 】

一方、投影光学系 1 2 0 の投影領域内に配置された基板 P の Z 方向の位置は斜入射方式の焦点検出系の 1 つである多点フォーカス位置検出系（図示せず）によって検出される。この検出値、すなわち基板 P の Z 方向の位置情報は制御装置 9 に送られる。

## 【 0 0 5 1 】

制御装置 9 は、レーザー干渉システム及び多点フォーカス位置検出系により得られた基板 P の X Y 方向及び Z 方向の位置情報をモニターしつつ、駆動系としての基板ステージ駆動装置 1 2 1 を介して X Y ステージ装置 1 3 3 及び基板テーブル 1 3 1 を駆動し、マスク M のパターン面と基板 P 表面とが投影光学系 1 2 0 に関して共役となるように、且つ投影光学系 1 2 0 の結像面と基板 P とが一致するように、基板 P の X Y 方向、Z 方向及び傾斜方向の位置決め動作を行う。このようにして位置決めがなされた状態で照明系 1 5 0 から射出された露光光 E L によりマスク M のパターン P A の領域がほぼ均一な照度で照明されると、マスク M のパターンの像が投影光学系 1 2 0 を介して表面にフォトリジストを塗布された基板 P 上に結像される。

## 【 0 0 5 2 】

以上説明したような構成を持つ搬送装置 H を備えた露光装置 1 によって、マスク M のパターンの像を基板 P 上に転写する方法について説明する。

ここで、本発明の露光方法は、搬送装置 H に供給された基板 P を帯電させる工程（工程 1）と、この帯電した基板 P を搬送装置 H のプレート 3 に対して静電気力によって浮上させる工程（工程 2）と、浮上した基板 P を露光装置本体 1 0 0 に向かって搬送する工程（工程 3）と、露光装置本体 1 0 0 に設けられた基板ホルダ 1 3 2 に基板 P をロードする工程（工程 4）と、基板ホルダ 1 3 2 に保持された基板 P に露光光を照射し、マスク M に形成されたパターンの像を転写する工程（工程 5）とを備えている。

## 【 0 0 5 3 】

## &lt;工程 1&gt;

図 1 に示すように、レジストを塗布された基板 P が、例えば、基板収納部（不図示）や、コータ・デベロッパと露光装置 1 との間に設けられたポート（不図示）から搬送装置 H に供給される。基板 P が搬送装置 H のプレート 3 上に載置されると、制御装置 9 は複数の電極 4 のうち所定の電極 4 に所定の電圧を印加するよう電源に指示する。所定の電圧を印加された電極 4 は、この電圧に応じた符号の電荷を帯電する。この場合、制御装置 9 は、図 3（a）に示すように、電極 W をプラスに帯電させ、電極 W' をマイナスに帯電させるよう、電圧を印加する。

【0054】

基板 P は、絶縁体であるプレート 3 上に接して載置されており、電極 W、W' の作用によって誘電分極される。したがって、基板 P のうち、電極 W に対応する位置 P 1 は、図 3（a）に示すようにマイナスに帯電し、一方、電極 W' に対応する位置 P 2 はプラスに帯電する。

【0055】

なお、このときの基板 P における誘電分極に要する時間は、基板 P の物性等に応じて決定される。また、基板 P の誘電分極に要する時間に関するデータは、実験等によって予め求められ、その特性とともに制御装置 9 に記憶されている。

【0056】

## &lt;工程 2&gt;

基板 P が誘電分極し、位置 P 1、P 2 の電極 W、W' と対向する面側が帯電すると、制御装置 9 は、図 3（b）に示すように、電極 W 及び電極 W' の電荷の符号が工程 1 とは異なるように、各電極 W、W' に電圧を印加する。すなわち、電極 W はマイナスの電荷を帯電するように、電極 W' はプラスの電荷を帯電するように、それぞれ電圧を印加される。このとき、電極 W、W' は、基板 P の位置 P 1、P 2 に帯電した電荷の符号（極性）と同じ符号（極性）になるように電圧を印加されたことになる。

【0057】

そして、基板 P のうち電極 W に対応している位置 P 1 と電極 W とは、ともにマイナスとなって同じ符号に帯電されたことになる。一方、基板 P のうち電極 W'

に対応している位置P2と電極W'とは、ともにプラスとなって同じ符号に帯電されたことになる。すると、基板Pと電極W、W'とは静電気力によって反発する。基板Pはこの静電気による反発力によってプレート3に対して浮上する。

## 【0058】

なお、工程1、2において各電極4に印加される電圧の値は、基板Pの物性や大きさ（重さ）によって予め設定されるものであり、この基板Pを浮上させるために必要な大きさに設定される。すなわち、基板Pの大きさ等によってこの基板Pを浮上させるために必要な静電気力が設定され、この設定された静電気力によって帯電させるべき電荷の量（電気量）が求められる。そして、この必要な電荷の量を得るために電極に印加すべき電圧（電圧値）が設定される。この電圧に関するデータは予め実験等によって求めることができ、そのデータは制御装置9に記憶されている。

## 【0059】

## &lt;工程3&gt;

基板Pが静電気力によりプレート3に対して浮上すると、制御装置9は、この基板Pを搬送するために、所定の電極4に電圧を印加させる。この場合、図3（c）に示すように、工程2において電圧を印加された電極W、W'の搬送方向下流側（+Y側）の電極U'、Uに電圧を印加する。このとき、制御装置9は、この電極U'、Uに、基板Pに帯電した電荷の符号と反対の符号になるように電圧を印加する。すなわち、基板Pのうち電極Wに対応する位置P1はマイナスに帯電しているため、制御装置9は、位置P1の搬送方向下流側に設けられた電極U'の電荷の符号がプラスになるようにこの電極U'に電圧を印加する。また、基板Pのうち電極W'に対応する位置P2はプラスに帯電しているので、制御装置9は、位置P2の搬送方向下流側に設けられた電極Uの電荷の符号がマイナスになるようにこの電極Uに電圧を印加する。なお、この場合、電極U、U'に印加する電圧の絶対値は、電極W、W'に印加した電圧の絶対値と等しくなるように設定されている。

## 【0060】

すると、基板Pの位置P1と電極U'とが静電気の吸引力によって引き合い、

位置 P 1 は、図 3 (c) 中、矢印  $y_1$  方向の力を作用される。同様に、位置 P 2 と電極 U とが静電気の吸引力によって引き合い、矢印  $y_2$  方向の力を作用される。したがって、基板 P 全体は、搬送方向 (+Y 方向) に移動される。

## 【 0 0 6 1 】

静電気力によって基板 P が搬送方向 Y に移動した後、基板 P のうちマイナスに帯電している位置 P 1 とプラスに帯電している電極 U' とが対向すると、位置 P 1 には、静電気力によって電極 U' 側に吸引される力が作用する。同様に、プラスに帯電している位置 P 2 とマイナスに帯電している電極 U とが対向すると、位置 P 2 には、静電気力によって電極 U 側に吸引される力が作用する。

## 【 0 0 6 2 】

このとき、基板 P の位置 P 1 と電極 U' とが対向した時点（あるいは位置 P 2 と電極 U とが対向した時点）から、所定時間以内に、この電極 U' （電極 U ）の電荷の符号がそれまでの符号と異なるように電圧を切り替えることにより、基板 P はプレート 3 に対する浮上状態を維持し続ける。

## 【 0 0 6 3 】

このとき、電圧を切り替えるタイミングは、基板 P における分極時定数に応じて決定される。分極時定数とは、物体が誘電分極される際、入力に対する誘電分極の遅れ（追従性）を示す時間のことである。すなわち、基板 P に帯電する電荷が +E から -E まで変化する場合（このとき電荷の変化量は 2E）において、+E だった電荷が所定の値だけ変化するのに要する時間である。例えば基板 P における電荷の変化が 1 次遅れ系である場合には、分極時定数は、電圧切り替え時から基板 P の帯電量が最終値（定常状態に至ったときの値）の 63.2% に達するまでの時間となる。

## 【 0 0 6 4 】

ここで、分極時定数を図 5 を参照しながら、さらに説明する。図 5 において、縦軸は帯電量（電荷の量）を、横軸は時間を表しており、線 LP 2 は基板 P のうち位置 P 2 の帯電量の変化を、線 LU は電極 U の帯電量の変化を示している。また、時点 0 ～時点  $t_1$  において、プラスに帯電している位置 P 2 とマイナスに帯電している電極 U とが対向状態にあるものとする。そして、時点 0 ～時点  $t_1$  の

状態のままでは、基板 P（位置 P 2）と電極 U とは静電気力によって吸着してしまうため、制御装置 9 は時点  $t_1$  において、電極 U の電荷の符号を変化させるようにこの電極 U に電圧を印加する。つまり、制御装置 9 は時点  $t_1$  において、電極 U を切り替えて、電極 U の帯電量を  $-E$  から  $+E$  に変化させる。なお、ここでは、簡単のため、電極 U の帯電量がステップ的に変化するものとして説明する。

## 【 0 0 6 5 】

時点  $t_1$  における電極 U の符号の変化によって、この電極 U と対向している位置 P 2 では誘電分極が生じる。すなわち、電極 U と対向する位置にある位置 P 2 は、電極 U がプラスに帯電したことに伴い、その逆の符号であるマイナスに帯電しようとする。このときの基板 P における電荷の符号の変化が 1 次遅れ系である場合、図 5 の線 L P 2 に示すように、基板 P の位置 P 2 の帯電量（電荷）はサインカーブ状に変化する。そして、基板 P の位置 P 2 の帯電量（電荷）が誘電分極によって  $+E$  から  $-E$  まで変化する場合において、 $+E$  だった位置 P 2 の帯電量が電荷の総変化量（ $= 2E$ ）の  $63.2\%$  だけ変化するのに要する時間  $T$  が、分極時定数  $T$  である。なお、時点  $t_1$  から分極時定数  $T$  後（すなわち時点  $t_3$ ）における電荷は、 $E - 2E \times 0.632$  となる。さらに、基板 P における電荷の変化はサインカーブ状に変化するので、分極時定数  $T$  は、基板 P において電荷が  $+E$  から  $-E$  まで変化するのに要する時間（誘電分極に要する時間） $T_p$  の所定の割合となる。

## 【 0 0 6 6 】

時点  $t_1 \sim$  時点  $t_2$  においては、電極 U の電荷の符号と位置 P 2 の電荷の符号とはともにプラスであるので、電極 U と位置 P 2 とは反発し合う。したがって、基板 P はプレート 3 に対して浮上する。しかしながら、時間が経過するにつれて、位置 P 2 は、プラスに帯電している電極 U の作用により、徐々にマイナスに帯電しようとするので、この状態のままでは電極 U と位置 P 2 とはやがて吸着してしまうことになる。したがって、電極 U と位置 P 2 とが吸着する前に、電極 U の符号を変化させることにより、基板 P（位置 P 2）の電極 U に対する浮上は維持される。すなわち、電極 U と基板 P（位置 P 2）とが吸着する前に、電極 U に印加する電圧を切り替えてやればよい。そして、この場合、電圧を切り替えるタイ



ミングを分極時定数 $T$ より短く設定することにより、基板 $P$ は電極 $U$ に対する浮上を維持する。そして、電極 $U$ に印加する電圧を切り替えることにより、電極 $U$ はマイナスに帯電するので、誘電分極によって徐々にマイナスに帯電される位置 $P2$ は再びプラスに帯電しようとする。

## 【 0 0 6 7 】

すなわち、電極 $U$ に帯電される電荷の符号を切り替える周期を分極時定数 $T$ より短く設定することにより、位置 $P2$ は、図6の線 $LP2$ に示すように、電荷の符号をマイナスすることなく、プラスを維持した状態で電極 $U$ に反発し続ける。なお、図6に示すグラフにおいて、縦軸は電荷を、横軸は時間を示しており、線 $LU$ は電極 $U$ の電荷を示している。このとき、電源は電極 $U$ に対して交流電圧を印加し、電極 $U$ は電圧の変化に即時に応答するので、電極 $U$ の電荷は線 $LU$ のようにサインカーブ状に変化する。また、位置 $P2$ の電荷は電極 $U$ の電荷の変化より遅れて変化する。そして、複数ある電極4のそれぞれに帯電する電荷の符号を切り替える周期（すなわち電極 $U$ に印加する電圧の符号を切り替える周期） $Td$ を基板 $P$ の分極時定数 $T$ より短く設定することにより、基板 $P$ は電極4を備えたプレート3に対して浮上状態を維持したまま、搬送方向 $Y$ に搬送される。

## 【 0 0 6 8 】

このとき、電極4に対する印加電圧の切り替え周期 $Td$ （すなわち、交流電圧の周期）を短くする（すなわち、周波数を大きくする）ことにより、基板 $P$ の搬送速度は速くなり、一方、周期を長くすることにより搬送速度は遅くなる。

## 【 0 0 6 9 】

プレート3上を搬送される基板 $P$ は、位置検出装置6に検出される。各位置検出装置6の検出信号は制御装置9に出力される。このとき、位置検出装置6は、基板 $P$ の搬送方向に所定ピッチで配置されているため、制御装置9は、各位置検出装置6からの信号と時間とに基づいて、搬送される基板 $P$ の速度を求めることができる。そして、制御装置9は、基板 $P$ の搬送速度を制御することができる。

## 【 0 0 7 0 】

すなわち、基板 $P$ の搬送速度を速くしたい場合には、制御装置9は、図6に示したように、電極4に印加する電圧の切り替え周期 $Td$ を短くする。すると、基

板 P の搬送速度は、この切り替え周期  $T_d$  の変化に応じて速くなる。一方、搬送速度を遅くしたい場合には、この電圧の切り替え周期  $T_d$  を長く設定する。

なお、切り替え周期  $T_d$  を長くする場合において、この切り替え周期  $T_d$  は基板 P の分極時定数  $T$  を越えない範囲で設定される。

#### 【 0 0 7 1 】

また、第 2 電極 5 の外側に設けられた位置検出装置 6 によって、基板 P の搬送方向（Y 方向）と直交する方向（X 方向）の位置を検出することができる。すなわち、図 2 において、基板 P がプレート 3 の中央部に沿って搬送されている場合には、第 2 電極 5 の両外側に設けられた両方の位置検出装置 6 がプレート 3 を検出し、この検出信号を制御装置 9 に出力することになる。この場合、制御装置 9 は、基板 P がプレート 3 の中央部を正しく搬送されていると判断する。一方、基板 P が、例えばプレート 3 の中央部から外れた場合には、プレート 3 の両外側に設けられた位置検出装置 6 のうち、いずれか一方の位置検出装置 6 が検出信号を出力し、他方の位置検出装置 6 はプレート 3 を検出しない。この場合、制御装置 9 は、基板 P がプレート 3 上を正しく搬送されていないと判断する。

#### 【 0 0 7 2 】

基板 P がプレート 3 上を正しく搬送されていないと判断した場合、制御装置 9 は、この位置検出装置 6 の検出結果に基づいて、基板 P がプレート 3 の中央部を搬送されるように、第 2 電極 5 を制御する。すなわち、例えば、基板 P が、図 2 中、+ X 方向に変位しながら搬送される場合には、この基板 P を - X 方向に移動させるように、第 2 電極 5 に対する印加電圧を制御し、- X 方向に変位しながら搬送される場合には、この変位に応じて、基板 P を + X 方向に移動させるように、第 2 電極 5 に対する印加電圧を制御する。

#### 【 0 0 7 3 】

こうして、基板 P は、プレート 3 の中央部に沿うように、正しく安定して搬送される。

#### 【 0 0 7 4 】

### < 工程 4 >

搬送装置 H によって露光装置本体 1 0 0 近傍まで搬送された基板 P は、基板口

ード・アンロード部 R によって、基板ステージ 1 3 0 の基板ホルダ 1 3 2 にロードされる。基板 P が基板ホルダ 1 3 2 に載置されると、制御装置 9 は不図示の真空吸着源を駆動して、基板ホルダ 1 3 2 に設けられた真空吸着穴を介して基板 P を基板ホルダ 1 3 2 に吸着させる。こうして、基板 P は基板ホルダ 1 3 2 に保持される。なお、このとき、露光処理に用いられるべきマスク M も不図示のマスクローダによってマスクステージ 1 1 1 に搬送され、保持される。

## 【 0 0 7 5 】

そして、制御装置 9 は、各ステージ 1 1 1 及び 1 3 0 を駆動し、図示しないアライメント系によって、マスク M 及び基板 P の、照明系 1 5 0 及び投影光学系 1 2 0 に対するアライメントを行う。

## 【 0 0 7 6 】

## &lt; 工程 5 &gt;

マスク M 及び基板 P のアライメント終了後、照明系 1 5 0 からはマスク M に向かって露光光 E L が射出される。この露光光 E L はマスク M を透過し、投影光学系 1 2 0 を介して、基板 P 上の投影領域にマスク M のパターンの像を結像する。こうして、マスク M に形成されたパターンの像は基板 P に転写される。

## 【 0 0 7 7 】

以上説明したように、基板 P を帯電させた状態で、この基板 P に帯電した電荷の符号と同じ符号になるように電極 4 に所定の電圧を印加することにより、基板 P は静電気力により搬送装置本体 2 のプレート 3 に対して浮上する。そして、プレート 3 に沿って並ぶ複数の電極 4 に印加する電圧の符号を切り替えて各電極 4 に帯電する電荷の符号を変化させることにより、基板 P は搬送方向 (Y 方向) への力を作用される。このとき、基板 P はプレート 3 に対して非接触状態で搬送されるので、搬送装置 H は振動の発生を防止されるとともに、高速に搬送することが可能となる。したがって、効率良い搬送動作を行うことができるとともに、この搬送装置 H を備えた露光装置 1 によって生産性良く基板 P (デバイス) を製造することができる。

## 【 0 0 7 8 】

そして、電極 4 に印加する電圧の符号を切り替える周期 T d を、基板 P の分極

時定数Tよりも短く設定することにより、搬送される基板Pは搬送装置本体2のプレート3に対する浮上状態を安定して維持される。すなわち、基板Pはプレート3に対する非接触状態を維持されたまま搬送されるので、振動発生を抑えつつ高速に効率良く搬送される。

## 【0079】

搬送装置本体2のプレート3に、電極4の並ぶ方向（Y方向）と垂直な方向（X方向）に並ぶ複数の第2電極5を設けたことにより、基板Pの搬送方向と垂直な方向に対する位置制御を行うことができる。したがって、基板Pは安定して搬送される。なお、本実施形態においては、第2電極5を電極4の両側に設けた構成であるが、片側だけに設ける構成によっても搬送される基板PのX方向の位置制御を行うことができる。一方、第2電極5を、電極4の両側に設けることによって、位置制御はさらに安定して行われる。

## 【0080】

そして、位置検出装置6を設けるとともに、この位置検出装置6の検出結果を制御装置9に出力し、この検出結果に基づいて電極4及び第2電極5を駆動することにより、基板Pの位置制御を行いつつ所望の搬送速度で基板Pを搬送することができる。

## 【0081】

ところで、図7に示すように、プレート3に、搬送される基板Pに対してガスを供給するガス供給装置10を設けることができる。このガス供給装置10は、X方向において複数カ所（本実施形態では4カ所）に設置されつつ、Y方向に沿って所定ピッチで並ぶように配置されている。この場合、ガス供給装置10は、搬送される基板Pに対してヘリウムガスなどの不活性ガスを供給する。それぞれのガス供給装置10からのガスの供給量は、制御装置9の指示に基づいてそれぞれ独立して制御されるようになっており、このガス供給装置10から、搬送される基板Pに対してガスを供給することにより、基板Pは姿勢を制御されつつプレート3に対して浮上する。すなわち、それぞれのガス供給装置10によるガスの供給量は、位置検出装置6による基板Pの位置の検出結果に基づいて制御される。そして、搬送される基板Pの位置及び姿勢を検出しつつ、この検出結果に応じ

て、制御装置 9 が、電極 4、第 2 電極 5、ガス供給装置 1 0 の少なくとも 1 つを制御することにより、基板 P はプレート 3 上を安定して搬送される。

【 0 0 8 2 】

このように、基板 P とプレート 3 との間にガスを供給するガス供給装置 1 0 を設け、このガス供給装置 1 0 により基板 P とプレート 3 との間にガスを供給することにより、プレート 3 に対する基板 P の浮上は安定して行われる。したがって、基板 P は、プレート 3 との非接触状態を安定して維持した状態で高速に搬送可能となるので、効率よい搬送動作を確実に実現することができる。

【 0 0 8 3 】

なお、本実施形態において、このガス供給装置 1 0 はプレート 3 に設けられた構成であるが、基板 P とプレート 3 との間に基板 P の浮上を補助するためのガスを供給可能であれば、例えば、ガスを供給するためのプレート 3 の横方向に設けられたノズルによって構成することも可能である。この場合、このノズルから供給されるガスによって基板 P の浮上の補助及び姿勢制御を行うことができる。

【 0 0 8 4 】

また、プレート 3 を合成樹脂などの絶縁体によって構成し基板 P と電極 4 及び第 2 電極 5 との間に配置した構成としたことにより、基板 P の誘電分極は安定して行われる。なお、本実施形態においては、この絶縁体は、搬送装置本体 2 に設けられたプレート 3 によって構成されているが、搬送装置本体 2 の搬送面に塗布された絶縁体層によって構成してもよい。さらに、この絶縁体として、図 8 に示すように、基板 P のうち搬送装置 H と対向する側の面に合成樹脂などから成る絶縁体層 1 1 を設ける構成とすることも可能である。この場合、絶縁体層（合成樹脂層）1 1 は、露光装置 1 に搬送される前に、予め基板 P に塗布することによって設けることが可能である。

【 0 0 8 5 】

なお、本実施形態においては、搬送装置は、基板 P を、基板収納部と露光装置本体との間、あるいは、コータ・デベロッパと露光装置本体との間で搬送するように説明したが、コータ・デベロッパと基板収納部との間など、その搬送路を任意に設定することができる。

## 【 0 0 8 6 】

ここで、上述した実施形態では、基板ステージ 1 3 0 上に載置される基板ホルダ 1 3 2 は、基板 P を真空吸着する構成となっているが、上記搬送装置 H と同様に、静電気力を利用する構成としてもよい。

以下、静電気力を用いた本発明の基板保持装置としての基板ホルダ 1 3 2 の構成例について説明する。

## 【 0 0 8 7 】

図 9 は基板ホルダ 1 3 2 の概略構成図、図 1 0 は基板ホルダ 1 3 2 の要部拡大断面図である。

図 9 に示す基板ホルダ 1 3 2 は、基板 P を位置決めする基板位置決め装置としての機能と基板 P を保持する基板保持装置としての機能とを併せ持つものであり、基板 P を保持する保持面 2 0 0、保持面 2 0 0 の下方（-Z 方向）に設置される複数の電極 E L D、この電極 E L D に電圧を印加するための図示しない電源（増幅器等を含む）、保持面 2 0 0 上の基板 P の位置を検出するための位置検出装置 2 0 2 等を含んで構成されている。また、保持面 2 0 0 には、例えば樹脂などの絶縁体 2 0 3 によって被膜（絶縁層）が形成されている。

## 【 0 0 8 8 】

電極 E L D は、複数の保持面 2 0 0 に沿って並べて設けられており、ここでは、平面視それぞれ長方形の帯状に形成され、短手方向に所定のピッチで隣接して配設されている。なお、長形状に形成される電極 E L D のそれぞれの角部を、電荷の集中を防止するために丸めて形成してもよい。

## 【 0 0 8 9 】

また、電極 E L D は、基板ホルダ 1 3 2 の中央に位置する第 1 電極部 2 1 0 と、第 1 電極部 2 1 0 の X 方向両側に位置する第 2 電極部 2 1 1 及び第 3 電極部 2 1 2 とに分けて配されている。すなわち、第 1 電極部 2 1 0 には、X 方向に前記ピッチで複数の電極 E L D が並べられ、第 2 及び第 3 電極部 2 1 1、2 1 2 には、Y 方向に前記ピッチで複数の電極 E L D が並べられている。また、電極 E L D の長手方向の長さや各電極部 2 1 0、2 1 1、2 1 2 のそれぞれの領域面積は、保持対象となる基板 P の大きさに応じて設定される。

## 【 0 0 9 0 】

電源（不図示）は、各電極 E L D に対して所定の電圧を独立して供給するように構成されている。また、制御装置 9 の制御のもとで、電極 E L D に印加する電圧の符号（正負）を切り替え可能となっている。具体的には、電源は、各電極 E L D に対し、交流様の電圧を印加する。なお、電極 E L D は、ピッチ方向に沿って U、V、W、U'、V'、W' … と、3 つずつ異なる種類の電極を備えた多相（ここでは 3 相）式となっている。

## 【 0 0 9 1 】

位置検出装置 2 0 2 は、例えば C C D センサあるいはレーザ変位センサ等を有しており、例えば基板 P の周縁を検出することにより、基板 P の X Y 方向の位置を検出したり、基板 P の回転方向の位置を検出したりするように構成されている。さらに、位置検出装置 2 0 2 は、例えば斜入射式の反射光により基板 P の Z 方向の位置や傾きを検出可能に構成されている。また、これらの位置検出装置 2 0 2 による検出信号は制御装置 9 に供給されるようになっている。制御装置 9 は、位置検出装置 2 0 2 からの検出信号に基づいて電極 E L D に印加する電圧を制御するようになっている。

## 【 0 0 9 2 】

なお、この基板ホルダ 1 3 2 は、基板 P に振動が伝わるのを防止するための図示しない防振装置を備え、保持面 2 0 0 が他の装置から振動を絶縁された状態にある。

## 【 0 0 9 3 】

次に、上述構成からなる基板ホルダ 1 3 2 における、保持面 2 0 0 上で基板 P を位置決めする位置決め動作について説明する。

## 【 0 0 9 4 】

まず、図 1 0 ( a ) に示すように、電極 E L D に所定の電圧を印加して保持面 2 0 0 に接して載置されている基板 P を帯電させる（第 1 ステップ）。

すなわち、制御装置 9 は、複数の電極 E L D のうち所定の電極 W、W' に対して所定の電圧を印加するように電源に指示する。電圧を印加された電極 E L D は、その電圧に応じてプラスもしくはマイナスの電荷に帯電する。ここでは、電極

Wがプラスに、電極W' がマイナスに帯電する。

【 0 0 9 5 】

この電極W, W' の帯電により、基板P内において誘電分極が生じ、各電極W, W' に近接する基板Pの各箇所がプラスもしくはマイナスに帯電する。ここでは、電極Wに近接する箇所EP1が電極Wの逆の極性であるマイナスに、電極W' に近接する箇所EP2が電極W' の逆の極性であるプラスに帯電する。

【 0 0 9 6 】

なお、このときの基板Pにおける誘電分極に要する時間は、基板Pの物性等に応じて決定される。また、基板Pの誘電分極に要する時間に関するデータは、実験等によって予め求められ、その特性とともに制御装置9に記憶されている。

【 0 0 9 7 】

次に、図10(b)に示すように、基板Pの各箇所が所定の帯電量（電荷の量）に帯電すると、複数の電極ELDのうち前述した第1ステップで電圧を印加した電極ELDに対してそれぞれ逆の極性の電圧を印加する（第2ステップ）。

すなわち、制御装置9は、電極W及び電極W' の電荷の符号が第1ステップとは異なるように、各電極W, W' に電圧を印加する。これにより、電極Wがマイナスに、電極W' がプラスに帯電する。言い換えると、このとき電極W, W' は、基板Pの帯電した箇所EP1, EP2と同じ符号（極性）に帯電するように電圧を印加されることになる。

【 0 0 9 8 】

これにより、基板Pの箇所EP1と電極Wとは、電荷がともに同じ符号であるマイナスとなり、一方、基板Pの箇所EP2と電極W' とは、ともに同符号のプラスとなる。基板P内の各帯電箇所において、こうした同符号の電荷が生じると、帯電箇所と電極ELDとの間で静電気による反発力が生じ、この静電気力的作用によって保持面200に対して基板Pが浮上するようになる。

【 0 0 9 9 】

なお、第1及び第2ステップにおいて各電極ELDに印加される電圧の値は、基板Pの物性や大きさ（重さ）によって予め設定されるものであり、基板Pを浮上させるために必要な大きさに設定される。すなわち、基板Pの大きさ等によっ



てこの基板Pを浮上させるために必要な静電気力が設定され、この設定された静電気力によって帯電させるべき電荷の量（電気量）が求められる。そして、この必要な電荷の量を得るために電極ELDに印加すべき電圧（電圧値）が設定される。この電圧に関するデータは予め実験等によって求めることができ、そのデータは制御装置9に記憶されている。

#### 【0100】

続いて、図10（c）に示すように、浮上した基板Pが所定の位置に移動するように、複数の電極ELDに印加する電圧を切り替える（第3ステップ）。

すなわち、基板Pを移動させるにあたり、制御装置9は、基板Pを移動させたい方向（ここでは+Y方向）に対して、第2ステップで電圧を印加した各電極W，W'の下流側の電極U'，Uに電圧を印加する。電極U'，Uに印加する電圧は、電極U'，Uの直上流の電極W，W'と逆の極性であり、言い換えると、近接する基板Pの帯電箇所EP1，EP2と反対の符号の電圧である。なお、電極U，U'に印加する電圧の絶対値は、第2ステップにおいて電極W，W'に印加した電圧の絶対値とほぼ等しくなるように設定される。

#### 【0101】

これにより、基板Pの帯電箇所EP1と電極U'との間で静電気による吸引力が生じ、図10（c）中、帯電箇所EP1に対して矢印y1方向の力が作用する。同様に、基板Pの帯電箇所EP2と電極Uとの間で静電気による吸引力が生じ、矢印y2方向の力が生じる。このように、基板P内の各帯電箇所において、静電気による吸引力が生じ、この静電気力の作用によって、保持面200に対して基板Pが所望の方向に移動するようになる。

#### 【0102】

静電気力によって基板Pが移動し、基板Pのうちマイナスに帯電している箇所EP1とプラスに帯電している電極とが対向すると、箇所EP1には、静電気力によって電極U'側に吸引される力が作用する。同様に、プラスに帯電している箇所EP2とマイナスに帯電している電極Uとが対向すると、箇所EP2には、静電気力によって電極U側に吸引される力が作用する。そのため、この状態のままでは、吸引力により基板Pが保持面200に接してしまうことになる。

## 【 0 1 0 3 】

そこで、基板 P の箇所 E P 1 と電極 U' とが対向した時点（あるいは箇所 E 置 P 2 と電極 U とが対向した時点）から、所定時間以内に、この電極 U' （電極 U ）の電荷の符号がそれまでの符号と異なるように電圧を切り替えることにより、静電気の反発力を作用させて、基板 P の浮上状態を維持し続けることが可能となる。

## 【 0 1 0 4 】

このとき、電圧を切り替えるタイミングは、基板 P における分極時定数に応じて決定される。分極時定数とは、前述したように、物体が誘電分極される際、入力に対する誘電分極の遅れ（追従性）を示す時間のことである。例えば基板 P における電荷の変化が 1 次遅れ系である場合には、分極時定数は、電圧切り替え時から基板 P の帯電量が最終値（定常状態に至ったときの値）の 63. 2 % に達するまでの時間となる。

## 【 0 1 0 5 】

ここで、先に示した図 5 を用いて説明する。ここでは、線 L P 2 は基板 P のうち箇所 E P 2 の帯電量（電荷の量）の変化を、線 L U は電極 U の帯電量の変化を示している。また、時点 0 ～時点 t 1 において、プラスに帯電している箇所 E P 2 とマイナスに帯電している電極 U とが所定の間隔を有して対向状態にあるものとする。

## 【 0 1 0 6 】

時点 0 ～時点 t 1 の状態のままでは、基板 P （箇所 E P 2 ）と電極 U とが静電気力によって吸着してしまうため、制御装置 9 は時点 t 1 において、電圧を切り替えて、電極 U の帯電量を  $-E$  から  $+E$  に変化させる。なお、ここでも、簡単のため、電極 U の帯電量がステップ的に変化するものとして説明する。

## 【 0 1 0 7 】

時点 t 1 における電極 U の符号の変化によって、この電極 U と対向している箇所 E P 2 では誘電分極が生じる。すなわち、電極 U と対向する位置にある箇所 E P 2 では、電極 U がプラスに帯電したことに伴い、その逆の符号であるマイナスに帯電しようとする。前述したように、このときの基板 P における電荷の変化が

1次遅れ系である場合、図5の線LP2に示すように、基板Pの箇所EP2の帯電量は例えばサインカーブ状に変化する。このとき、基板Pの箇所EP2の帯電量が誘電分極によって+Eから-Eまで変化する場合には、+Eだった箇所EP2の帯電量が電荷の総変化量(=2E)の63.2%だけ変化するのに要する時間Tが分極時定数Tである。

## 【0108】

続く時点 $t_1$ ～時点 $t_2$ においては、電極Uの電荷の符号と箇所EP2の電荷の符号とはともにプラスであり、電極Uと箇所EP2とは反発し合う。したがって、基板Pは保持面200に対して浮上状態を保つ。ところが、時間が経過するにつれて、箇所EP2は、プラスに帯電している電極Uの作用により、今度は徐々にマイナスに帯電しようとする。箇所EP2がマイナスに帯電すると電極Uと箇所EP2とが吸着してしまうため、制御装置9では、箇所EP2が電極Uの符号の変化に追従してマイナスに帯電する前に、電極Uの符号を変化させる。

## 【0109】

すなわち、電極U上に基板Pの箇所EP2が位置する状態が続くケースを想定すると、電極Uの符号の変化に対する誘電分極の遅れを示す分極時定数Tよりも短い周期で、電極Uの符号を切り替えることにより、先の図5のLP2に示すように、箇所EP2における電荷の符号をプラスの状態に維持し、箇所EP2と電極Uとの間の反発力を継続して作用させることが可能となる。また、電源は電極Uに対して交流電圧を印加する。電極Uは電圧の変化に即時に応答するため、電極Uの電荷は先の図6に示した線LUのようにサインカーブ状に変化する。

## 【0110】

図10(c)に戻り、前述したように、この第3ステップでは、複数の電極ELDに印加する電圧の切り替えによって、浮上した基板Pが所定の位置に移動するように静電気による吸引力が作用している。

## 【0111】

したがって、上述したように、複数ある電極ELDの電荷の符号を切り替える周期Tdを基板Pの分極時定数Tより短く設定することにより、所定の電極ELDと基板Pの帯電箇所との間の静電気の反発力を用いて基板Pを浮上させつつ、

下流の電極 E L D と基板 P の帯電箇所との間の静電気の吸引力を用いて基板 P を所望の方向に移動させることが可能となる。また、こうした電極 E L D に印加する電圧の切り替えを行う期間を制御することにより、基板 P の移動量を制御することが可能となる。

#### 【 0 1 1 2 】

図 1 1 に、こうした電圧の切り替えにより、保持面 2 0 0 上で移動する基板 P の様子を示す。

すなわち、図 1 1 ( a ) に示すように、第 1 電極部 2 1 0 に印加する電圧を切り替えることにより、基板 P に対し、電極 E L D のピッチ方向である + X 方向（または - X 方向）に静電気による吸引力（駆動力）を作用させ、基板 P の X 方向の位置決めを行うことが可能になる。また、図 1 1 ( b ) に示すように、第 2 電極部 2 1 1 と第 3 電極部 2 1 2 とに印加する電圧を同期して切り替えることにより、基板 P の Y 方向の位置決めを行うことが可能になる。さらに、このとき、図 1 1 ( c ) に示すように、第 2 電極部 2 1 1 と第 3 電極部 2 1 2 とで静電気による吸引力が対抗する方向に作用するように電圧を切り替えることにより（例えば第 2 電極部 2 1 1 により基板 P に対して + Y 方向に吸引力を作用させ、第 3 電極部 2 1 2 にこれと対抗する - Y 方向に吸引力を作用させる）、基板 P に対して回転方向（ $\theta$  方向）の力を作用させ、基板 P の回転方向の位置決めを行うことが可能になる。これらにより、基板 P を、X 方向、Y 方向、回転方向に位置決めすることができる。

#### 【 0 1 1 3 】

さらに、基板 P の帯電箇所と電極 E L D との間の静電気力は、電圧の大きさによって変化するため、電極 E L D に印加する電圧を変えることにより、基板 P と電極 E L D との間の反発力を変化させ、基板 P を Z 方向に移動させることも可能となる。また、保持面 2 0 0 内の特定の領域ごとに電極 E L D に印加する電圧を変化させることにより、基板 P と電極 E L D との間の反発力を保持面 2 0 0 上内の領域ごとに変化させ、基板 P の傾き方向の位置を変化させることも可能である。

#### 【 0 1 1 4 】

また、制御装置 9 は、前述した位置検出装置 2 0 2 から供給される基板 P の検出信号（位置データ）に基づいて、各電極 E L D に印加する電圧を制御することにより、上述したような基板 P の位置決め制御を行う。

## 【 0 1 1 5 】

そして、所定の位置に移動した基板 P を静電気力により保持面 2 0 0 上に着地させ、基板 P と保持面 2 0 0 との間に静電気による吸引力を作用させて、所定の位置で基板 P を保持面 2 0 0 上に保持する（第 4 ステップ）。

すなわち、制御装置 9 は、各電極 E L D に印加する電圧の切り替えの周期を変化させたり、電圧の値を制御することにより、基板 P と保持面 2 0 0 との間の反発力を低下させ、基板 P の自重により基板 P を保持面 2 0 0 上に着地させる。その後、制御装置 9 は、基板 P の各帯電箇所の符号と反対の符号となるように複数の電極 E L D に電圧を印加し、基板 P と保持面 2 0 0 との間に静電気による吸着力を作用させる。

## 【 0 1 1 6 】

このような一連の動作により、基板ホルダ 1 3 2 は、静電気力を利用して、基板 P を保持面 2 0 0 に対して浮上させつつ所定の位置に移動させ位置決めを行い、その基板 P を保持することができる。

## 【 0 1 1 7 】

ここで、静電気力を利用する上記基板ホルダ 1 3 2 を備える場合の露光装置本体 1 0 0 の動作について先に示した図 4 を参照して簡単に説明する。

まず、レジストを塗布された基板 P が、基板搬送装置によって、露光装置本体 1 0 0 近傍まで搬送され、基板ステージ 1 3 0 の基板ホルダ 1 3 2 にロードされる。

## 【 0 1 1 8 】

基板ホルダ 1 3 2 は、上述した一連の動作により、静電気力を用いて基板 P の位置決め（プリアライメント）を行い、静電吸着によって保持面 2 0 0 （図 9 参照）上に基板 P を保持する。

## 【 0 1 1 9 】

制御装置 9 は、各ステージ 1 1 1 及び 1 3 0 を駆動し、図示しないアライメン

ト系によって、マスクM及び基板Pの、照明系150及び投影光学系120に対するアライメントを行う。

#### 【0120】

マスクM及び基板Pのアライメント終了後、照明系150からマスクMに向かって露光光ELを射出する。この露光光ELはマスクMを透過し、投影光学系120を介して、基板P上の投影領域にマスクMのパターンの像を結像する。こうして、マスクMに形成されたパターンの像が基板Pに転写される。また、この露光装置では、生産能力を向上させることを目的として、この基板Pへのパターンの像の転写中に、露光装置本体100が備える他の基板ホルダ132に次の基板Pを予め位置決め（プリアライメント）し、保持しておくといったことを行う。

#### 【0121】

以上説明したように、この基板ホルダ132によれば、基板Pを帯電させた状態で、複数の電極ELDに所定の電圧を印加することにより、基板Pは静電気力により保持面200上に浮上する。そして、保持面200に沿って並ぶ複数の電極ELDに印加する電圧を切り替えることにより、基板Pは保持面200に対して浮上した状態で所定の位置に移動する。そのため、機械的な動作をほとんど要することなく保持面200上で基板Pを位置決めすることができる。したがって、位置決めに伴う振動の発生を抑制することができる。

#### 【0122】

また、電極ELDに印加する電圧の符号を切り替える周期Tdを、基板Pの分極時定数Tよりも短く設定することにより、基板Pの浮上状態を安定して維持することができる。さらに、位置決めした基板Pを静電気力により保持面200上に吸着保持するため、位置決めした基板Pを確実に保持することができる。

#### 【0123】

また、この基板ホルダ132を備える露光装置では、一の基板Pに対する露光中に、他の基板Pに対して位置決めする（プリアライメント）するような場合にも、静的な位置決め動作による振動の低減により、振動を原因とする露光精度の低下を抑制することができる。

#### 【0124】

また、この基板ホルダ 1 3 2 は、基板保持装置としての本来の機能に加えて位置決め装置としての機能を備えているため、装置の小型化を容易に図ることができる。しかも、この基板ホルダ 1 3 2 は、位置決め動作を行う保持面 2 0 0 が他の装置から振動を絶縁された状態にあるため、他の装置へ振動がさらに伝わりにくい。

#### 【 0 1 2 5 】

ところで、この基板ホルダ 1 3 2 では、電極 E L D を複数の電極部 2 1 0, 2 1 1, 2 1 2 に分けて配している。これにより、保持面 2 0 0 平面内で 3 方向の基板の位置決め動作が可能である。さらに、複数の電極 E L D に印加する電圧を保持面 2 0 0 平面内で領域ごとに変えることにより、高さ方向や傾きの位置補正も行うことが可能となる。なお、この電極 E L D の配置や、その集合体である電極部の数や大きさ、その配置は任意である。

#### 【 0 1 2 6 】

次に、図 1 2 及び図 1 3 に静電気力を用いた本発明の基板ホルダの他の構成例を示す。

図 1 2 の基板ホルダ 2 6 0 は、中央の領域を挟んで X 方向両側に互いに分けて配され、Y 方向に並べられる複数の電極 E L D を有する第 1 電極部 2 7 0 及び第 2 電極部 2 7 1 と、中央の前記領域を挟んで Y 方向両側に互いに分けて配され、X 方向に並べられる複数の電極 E L D を有する第 3 電極部 2 7 2 及び第 4 電極部 2 7 3、の 4 つの電極部とを備えて構成されている。この基板ホルダ 2 6 0 では、4 つの電極部 2 7 0 ~ 2 7 3 により、前述した実施例と同様に、保持面 2 6 1 平面内で X 方向、Y 方向、回転方向 ( $\theta$  方向) に基板を位置決めすることが可能である。また、この基板ホルダ 2 6 0 では、X 方向及び Y 方向のそれぞれに 2 つの電極部が分けて配されていることから、回転方向に基板 P を容易に移動させることが可能となるとともに、基板 P の高さ方向の位置補正や傾きの位置補正をより確実に行うことができる。

#### 【 0 1 2 7 】

また、上述した構成に加え、保持面 2 6 1 と基板 P との間にガスを供給するガス供給装置 2 7 5 を設けてもよい。このガス供給装置 1 0 は、上記電極部 2 7 0

、271、272、273に囲まれる中央のガス排出領域276に設けられる多数のガス排出口から、エアあるいはヘリウムガスなどのガスを排出するように構成されている。また、ガスの供給量は、位置検出装置202（図9参照）からの基板Pの位置データに基づいて、制御装置9（図9参照）により制御されるようになっている。このガス供給装置275から基板Pの下面にガスを供給することにより、前述した静電気による力に加えてガスの圧力により基板Pをより安定して浮上させることができるようになる。さらに、この場合、静電気による浮上のための電圧の制御の負担が軽減され、より確実に非接触な状態で基板Pの位置決めを実施できるようになる。なお、この場合、基板Pの高さ方向及び傾きの位置補正は、静電気力により行うのが好ましい。

## 【0128】

図13の基板ホルダ280は、図12の基板ホルダ260の構成に加え、保持面281の周縁近傍にもガスの排出口を備えたガス排出領域282が複数箇所に分けて設けられている。この基板ホルダ280では、こうした周縁近傍にガス排出領域を設けることにより、基板Pの高さ方向及び傾きの位置補正をガス圧を用いて行えるようになる。これにより、静電気を発生させる制御の負担をさらに軽減することができる。

## 【0129】

すなわち、この図12及び図13のように、基板Pを浮上させるためのガスを供給することにより、基板Pの非接触状態を安定して維持した状態で効率よい位置決め動作を実現することができる。

## 【0130】

また、上述した基板ホルダの各実施例では、例えば樹脂などの絶縁体203によって被膜（絶縁層）を形成しているため、基板Pの誘電分極が安定して行われる。しかしながら、この絶縁体は、この保持面側に設けるものに限らず、例えば基板P側に設けてもよい。すなわち、先の図8に示したように、基板Pのうち保持面に対向する側の面に樹脂などから成る絶縁層11を設ける構成とすることも可能である。この場合、絶縁層（樹脂層）11は、露光装置に搬送される前に、予め基板Pに塗布することによって設けることが可能である。



## 【0131】

ところで、先の図1に示した搬送装置Hは、静電気による反発力を用いて基板を搬送面上に浮上させている。これに対して、特開平8-256487号公報には、静電気による吸引力を用いて被搬送体を浮上させる技術が記載されている。つまり、この技術は、被搬送体を静電吸引力により吊り下げ支持するものである。

## 【0132】

そこで、静電反発力により基板を浮上させる機能と、静電吸引力により基板を浮上させる機能とを併せ持つように、搬送装置を構成してもよい。その構成例を図14に示す。この搬送装置H2は、上面290及び下面291のそれぞれに並べて設けられる複数の電極292と、各電極292に印加する電圧を制御する制御装置293とを備え、上面290で静電反発力により基板Pを浮上させるとともに、下面291で静電吸引力により基板Pを吊り下げ支持し、上面290及び下面291のそれぞれで基板Pを非接触状態で搬送するように構成されている。なお、上面における静電反発力を利用した搬送原理は、先の図3を用いて説明したもの、下面における静電吸引力を利用した搬送原理は、上記公報（特開平8-256487号）に記載のものをを用いるものとする。

## 【0133】

また、この搬送装置H2では、制御装置293により、上面290における基板Pの移動方向と下面291における基板Pの移動方向とが互いに対向するように、各電極292に印加する電圧を制御する。これにより、例えば、上面290で所定の方角に移動した基板Pを、下面291で逆方向に移動させて元の位置に戻すといったことが可能になる。図15は、先の図1に示した搬送装置Hの代わりに、この搬送装置H2を露光装置に配置した例を示している。

## 【0134】

この図15において、基板Pは、搬送装置H2の上面290で露光装置本体100に向けて搬送面に対して非接触状態で搬送され、基板ロード・アンロード部Rの上側アーム294によって、基板ステージ130の基板ホルダ132にロードされる。一方、露光装置本体100によりパターンが転写された基板Pは、基

板ロード・アンロード部 R の下側アーム 2 9 5 によってアンロードされ、搬送装置 H 2 の下面 2 9 1 に受け渡される。そして、基板 P は、静電吸引力によって搬送装置 H 2 の下面 2 9 1 に非接触状態で吊り下げ支持されるとともに、次の処理装置に向けて上面 2 9 0 とは逆方向に向けて搬送される。なお、搬送装置 H 2 の上面 2 9 0 の端部に基板ロード・アンロード部 R の上側アーム 2 9 4 が進入するための溝または切り欠きを設けておくことにより、静電反発力により浮上している基板 P を上側アーム 2 9 4 に確実に受け渡すことが可能となる。また、基板ロード・アンロード部 R のアーム 2 9 4, 2 9 5 は、真空吸着により基板 P を保持する構造のものでもよく、先の図 9 に示した基板保持装置（基板ホルダ 1 3 2）のように静電気力により基板 P を保持する構造のものでもよい。静電気力により基板 P を保持する構造のアームを有する基板ロード・アンロード部 R を露光装置に設置することにより、搬送装置 H 2 から露光装置本体 1 0 0 に至るすべての区間において、基板 P を非接触状態で搬送することが可能となる。

## 【 0 1 3 5 】

このように、図 1 4, 1 5 に示す搬送装置 H 2 は、上面 2 9 0 で静電反発力により基板 P を浮上させるとともに、下面 2 9 1 で静電吸引力により基板 P を吊り下げ支持し、上面 2 9 0 と下面 2 9 1 とで互いに対向する方向に基板 P をそれぞれ非接触状態で搬送する。そのため、基板 P を搬送するための搬送スペースの縮小化を容易に図ることができる。

## 【 0 1 3 6 】

なお、上述した各実施例及び各実施形態において示した各構成部材の諸形状や組み合わせ、及び手順等は一例であって、本発明の主旨から逸脱しない範囲において設計要求等に基づき種々変更可能である。本発明は、例えば以下のような変更をも含むものとする。

## 【 0 1 3 7 】

上述した静電気力を用いた搬送装置、及び基板ホルダ（位置決め装置、基板保持装置）は、真空の環境下において好ましく用いられる。つまり、真空環境下（もしくはそれに準じる環境下）においては、基板 P と電極 E L D と電位差が大きい場合にもその間に放電が発生しにくい。そのため、電極 E L D に高い電圧を印

加することが可能となる。高電圧を印加することにより、基板Pの浮上、搬送、及び位置決めをさらに安定して確実に行えるようになる。ただし、真空中においては、上述したガスを用いることが困難となるため、基板Pの浮上を補助する手段として、電磁力や磁気などの発生装置を備え、例えば渦電流を利用するようにするとよい。

## 【 0 1 3 8 】

また、本発明に係る基板Pとしては、半導体デバイス用の半導体ウエハのみならず、液晶表示デバイス用のガラスプレートや、薄膜磁気ヘッド用のセラミックウエハであってもよい。

## 【 0 1 3 9 】

また、露光装置本体100としては、マスクMと基板Pとを静止した状態でマスクMのパターンを露光し、基板Pを順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート方式の露光装置（ステッパー）に限らず、マスクMと基板Pとを同期移動してマスクMのパターンを基板Pに露光するステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置（スキャニング・ステッパー）にも適用することができる。

## 【 0 1 4 0 】

また、露光装置の種類としては、上記半導体製造用のみならず、液晶表示デバイス製造用の露光装置や、薄膜磁気ヘッド、撮像素子（CCD）あるいはマスクMなどを製造するための露光装置などにも広く適用できる。

## 【 0 1 4 1 】

また、照明系150の光源153として、水銀ランプから発生する輝線（g線（436nm）、h線（404.7nm）、i線（365nm））、KrFエキシマレーザ（248nm）、ArFエキシマレーザ（193nm）、F<sub>2</sub>レーザ（157nm）のみならず、X線や電子線などの荷電粒子線などを用いることができる。例えば、電子線を用いる場合には、電子銃として熱電子放射型のランタンヘキサボライト（LaB<sub>6</sub>）、タンタル（Ta）を用いることができる。また、YAGレーザや半導体レーザなどの高周波などを用いてもよい。さらに、電子線を用いる場合はマスクを用いる構成としてもよいし、マスクを用いずに直接基板上にパターンを形成する構成としてもよい。

【 0 1 4 2 】

また、投影光学系 1 2 0 としては、エキシマレーザなどの遠紫外線を用いる場合は硝材として石英や蛍石などの遠紫外線を透過する材料を用い、F<sub>2</sub>レーザやX線を用いる場合は反射屈折系または屈折系の光学系にし（レチクルも反射型タイプのものを用いる）、また、電子線を用いる場合には光学系として電子レンズ及び偏向器からなる電子光学系を用いればいい。なお、電子線が通過する光路は真空状態にすることはいうまでもない。

【 0 1 4 3 】

また、投影光学系の倍率は縮小系のみならず等倍及び拡大系のいずれでもよい。

【 0 1 4 4 】

また、マスクステージ 1 1 1 や基板ステージ 1 3 0 にリニアモータを用いる場合には、エアベアリングを用いたエア浮上型及びローレンツ力またはリアクタンス力を用いた磁気浮上型のどちらを用いてもよい。また、マスクステージ、基板ステージは、ガイドに沿って移動するタイプでもよく、ガイドを設けないガイドレスタイプであってもよい。

【 0 1 4 5 】

また、ステージの駆動装置として平面モータを用いる場合、磁石ユニット（永久磁石）と電機子ユニットのいずれか一方をステージに接続し、磁石ユニットと電機子ユニットの他方をステージの移動面側（ベース）に設ければよい。

【 0 1 4 6 】

また、ウェハステージの移動により発生する反力は、特開平 8 - 1 6 6 4 7 5 号公報に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。本発明は、このような構造を備えた露光装置においても適用可能である。

【 0 1 4 7 】

また、レチクルステージの移動により発生する反力は、特開平 8 - 3 3 0 2 2 4 号公報に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。本発明は、このような構造を備えた露光装置においても適用可

能である。

【0148】

また、本願実施形態の露光装置は、本願特許請求の範囲に挙げられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学の精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学の精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度及びクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

【0149】

また、図16のフローチャートは、半導体等のデバイスの製造工程の一例を示している。デバイスは、デバイスの機能・性能設計を行うステップ251、この設計ステップに基づいてマスクを製作するステップ252、原材料から基板（ガラス基板、ウエハ等）を製造するステップ253、マスクのパターンを基板に露光しデバイスにパターンを形成するリソグラフィ工程としての基板処理ステップ254、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む）255、検査ステップ256等を経て製造される。このようなデバイスの製造工程において、上述した実施例を用いることにより、デバイスにパターンを精度よく形成し、デバイスの精度を向上させることができる。

【0150】

【発明の効果】

本発明によれば、基板を帯電させた状態で、この基板に帯電した電荷の符号と同じ符号になるように電極に所定の電圧を印加することにより、基板は静電気力により搬送面に対して浮上する。そして、搬送面に沿って並ぶ複数の電極に印加

する電圧を切り替えて各電極に帯電する電荷の符号を変化させることにより、基板は搬送方向への力をうける。このとき、基板は搬送面に対して浮上した状態で搬送される、すなわち、基板は搬送面に対して非接触状態で搬送されるので、搬送装置の振動発生は抑制され、搬送の高速化を実現することができる。したがって、効率良い搬送動作を行うことができる。

また、本発明によれば、基板を帯電させた状態で、複数の電極に所定の電圧を印加することにより、基板を静電気力により保持面上に浮上させ、保持面に沿って並ぶ複数の電極に印加する電圧を切り替えることにより、基板を保持面に対して浮上した状態で所定の位置に移動させる。そのため、機械的な動作をほとんど要することなく保持面上で基板を位置決めし、位置決めに伴う振動の発生を抑制することができる。しかも、所定の面に基板を保持するための基板保持装置に位置決め装置としての機能を容易に付加することができ、

これにより、装置の小型化や処理時間の短縮化を図ることができる。また、こうした方法及び装置を用いることにより、実デバイスの露光精度を向上させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の搬送装置を備えた露光装置の一実施形態を示す概略構成図である。

【図 2】 搬送装置の平面図である。

【図 3】 搬送装置の要部拡大断面図である。

【図 4】 露光装置本体を説明するための構成図である。

【図 5】 基板の分極特性を説明するための図である。

【図 6】 電極に帯電した電荷と基板に帯電した電荷との関係を説明するための図である。

【図 7】 ガス供給装置を備えた搬送装置を説明するための図である。

【図 8】 絶縁体層を備えた基板を説明するための図である。

【図 9】 本発明に係る位置決め装置及びこの装置と一体となった基板保持装置の一実施形態を示す概略構成図であり、（a）は平面図、（b）は拡大断面図である。

【図 1 0】 図 9 の位置決め装置及び基板保持装置の要部拡大断面図である。

【図 1 1】 図 9 の位置決め装置及び基板保持装置における位置決め動作を説明するための図である。

【図 1 2】 位置決め装置及び基板保持装置の他の実施形態を示す平面図である。

【図 1 3】 位置決め装置及び基板保持装置の他の実施形態を示す平面図である。

【図 1 4】 搬送装置の他の実施形態を説明するための図である。

【図 1 5】 図 1 4 の搬送装置を備えた露光装置の概略構成図である。

【図 1 6】 半導体デバイスの製造工程の一例を示すフローチャート図である。

【図 1 7】 従来の搬送装置、位置決め方法及び露光装置を説明するための図である。

【符号の説明】

- E L 露光用照明光
- H 搬送装置
- M マスク
- P 基板
- T 分極時定数
- T d 電圧を切り替える周期
- T p 誘電分極に要する時間
- E L D 電極
- 1 露光装置
- 3 プレート（搬送面）
- 4 電極
- 5 第 2 電極
- 6 位置検出装置
- 9 制御装置

1 0 ガス供給装置

1 0 0 露光装置本体

1 5 0 照明系

1 3 2, 2 6 0、2 8 0 基板ホルダ（位置決め装置、基板保持装置）

2 0 0, 2 6 1, 2 8 1 保持面（面）

2 0 2 位置検出装置

2 1 0, 2 1 1, 2 1 2, 2 7 0 ~ 2 7 3 電極部

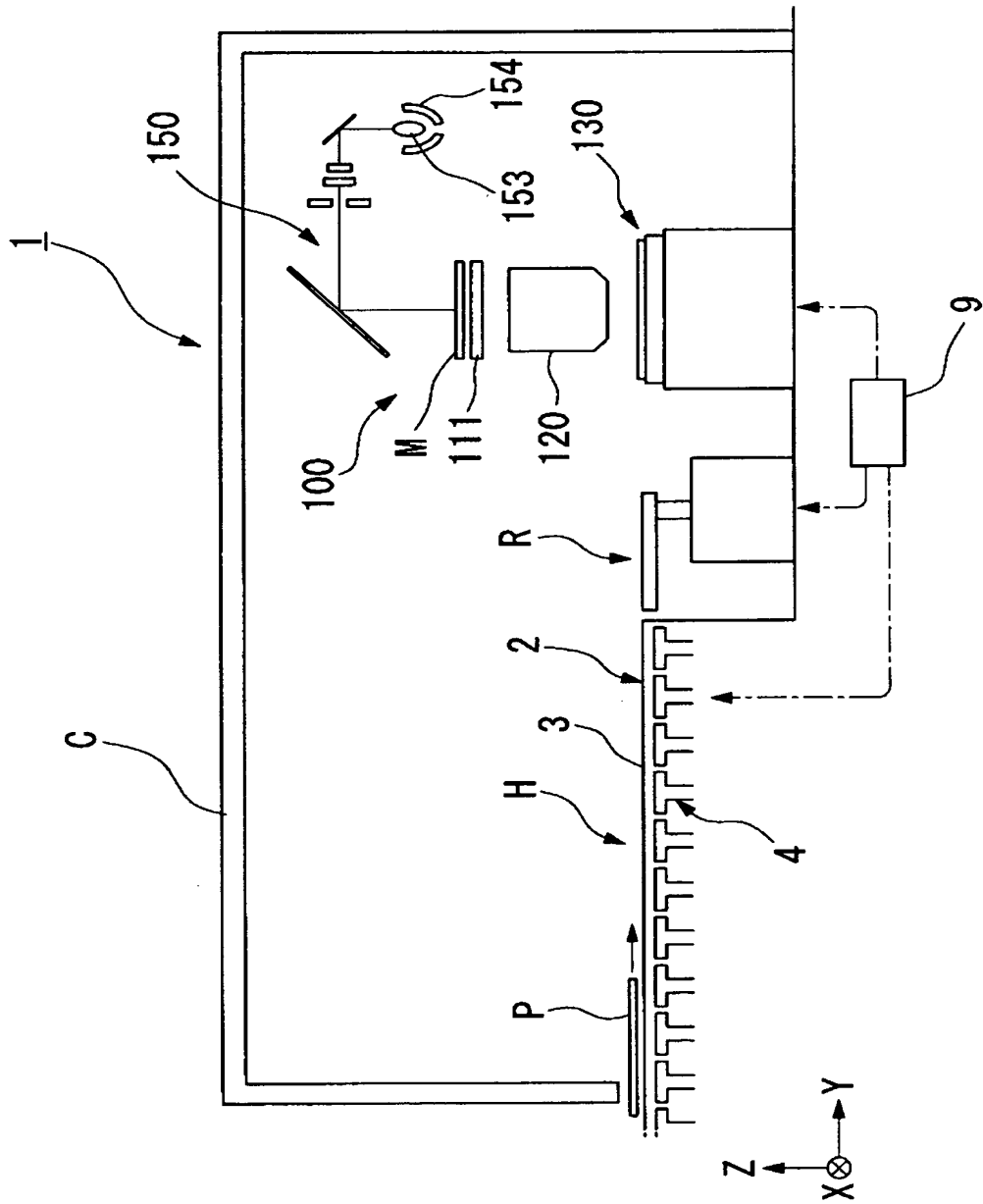
2 0 3 絶縁体

2 7 5 ガス供給装置

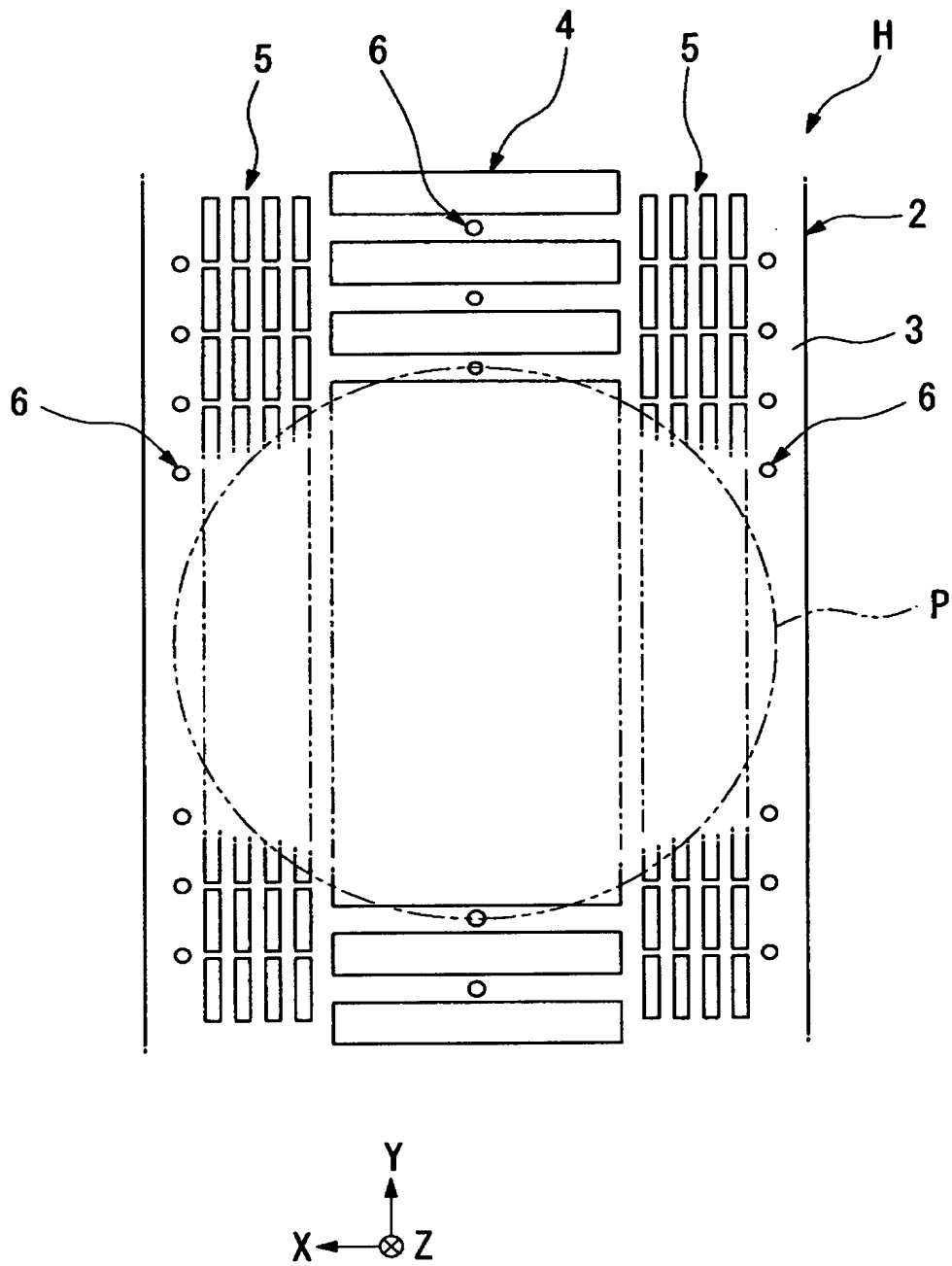


【書類名】 図面

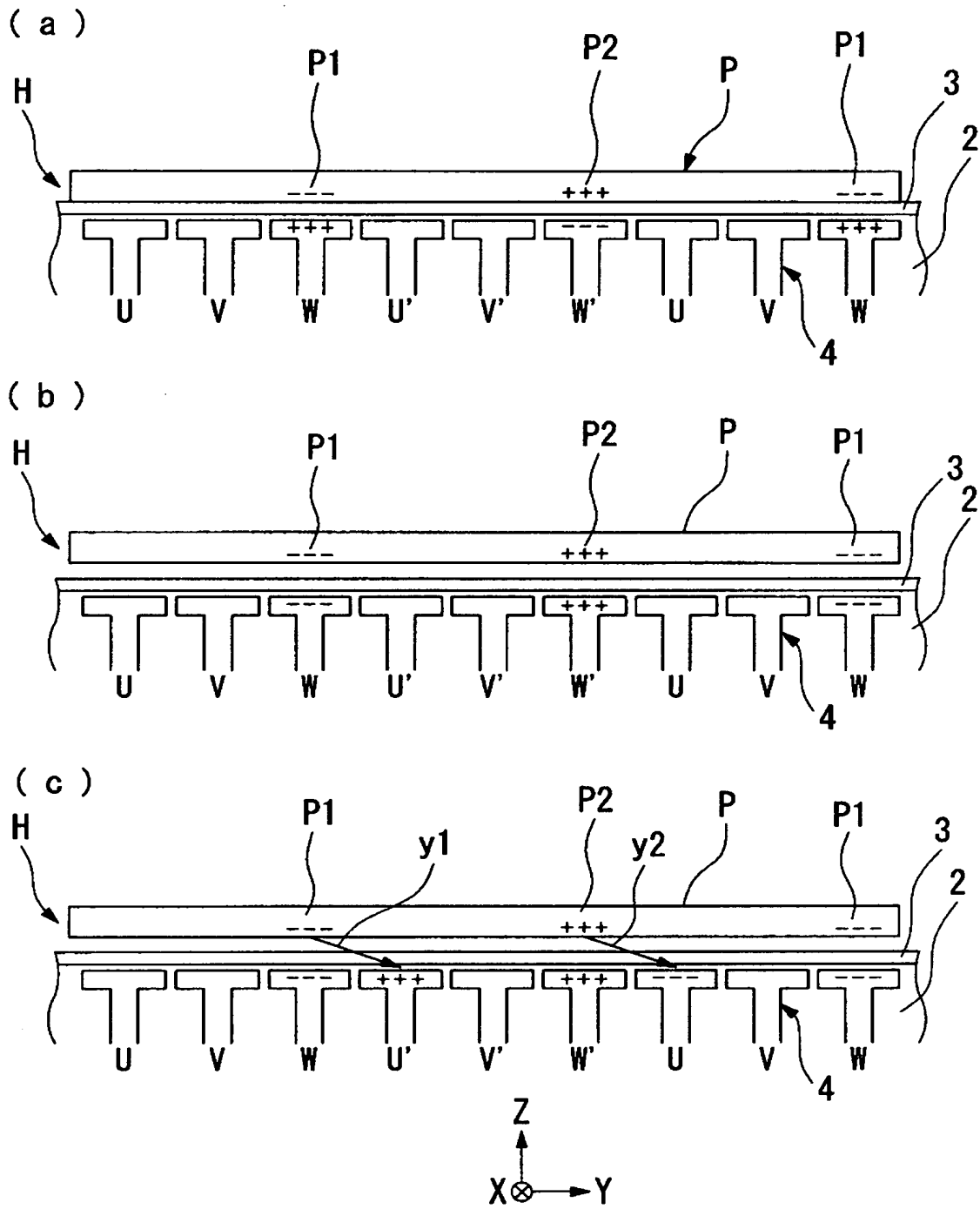
【図 1】



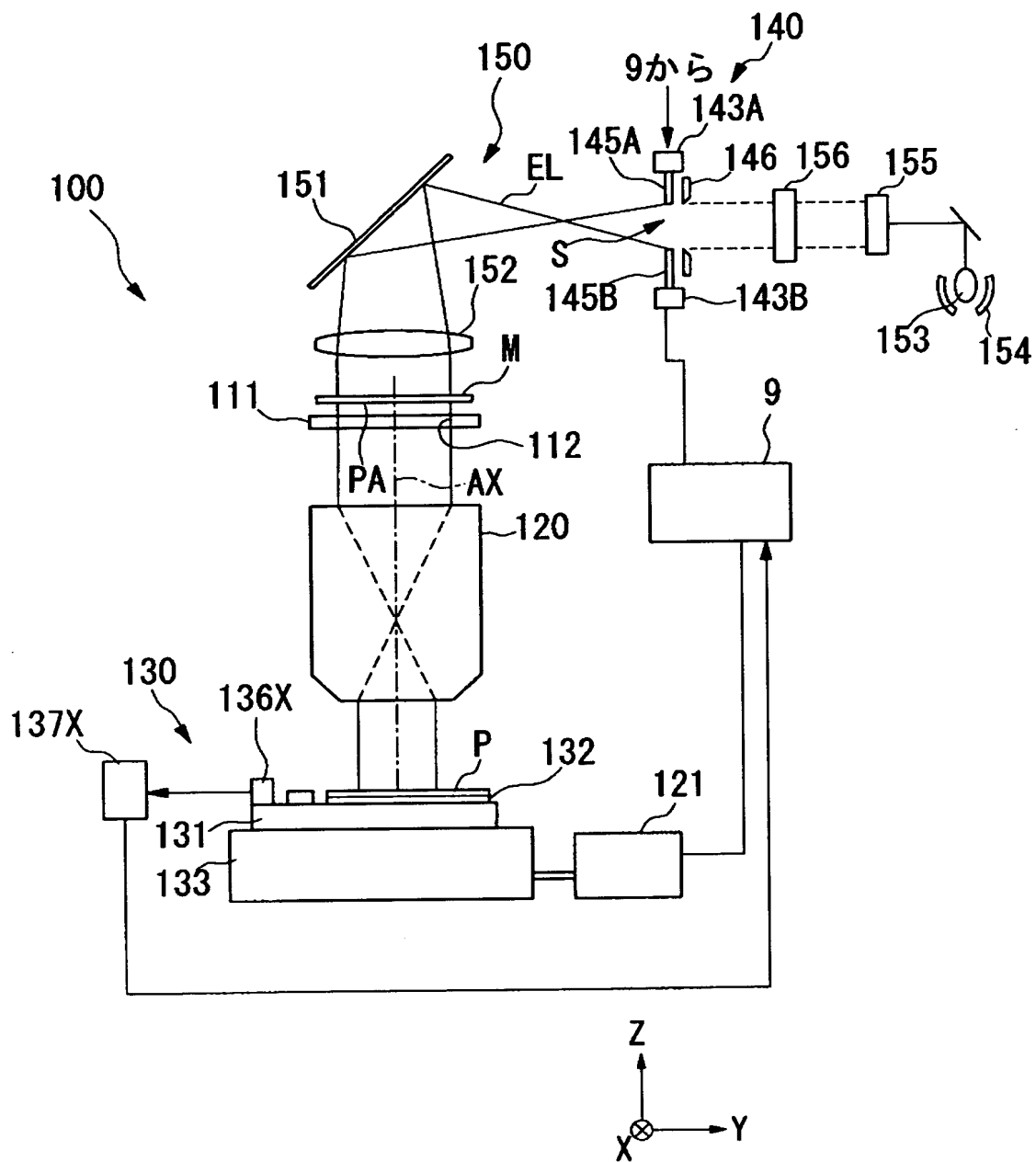
【図 2】



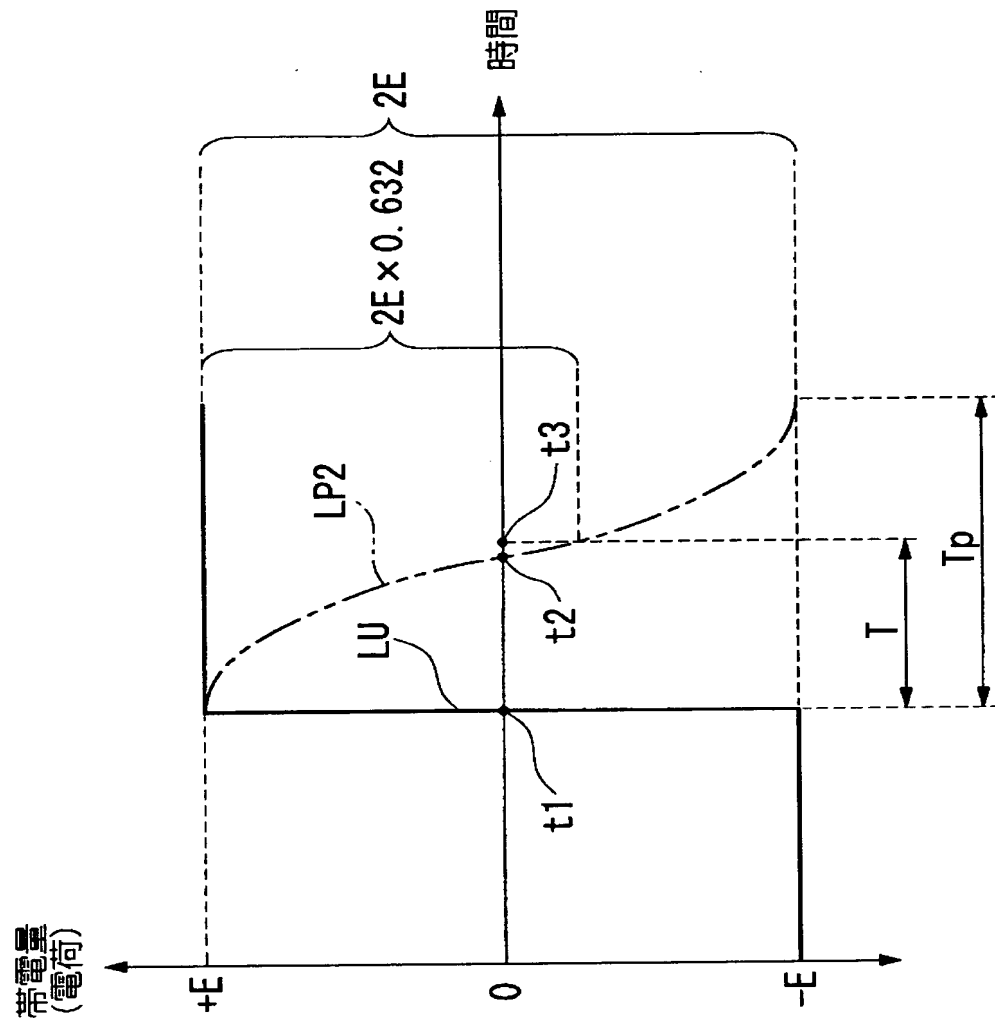
【図 3】



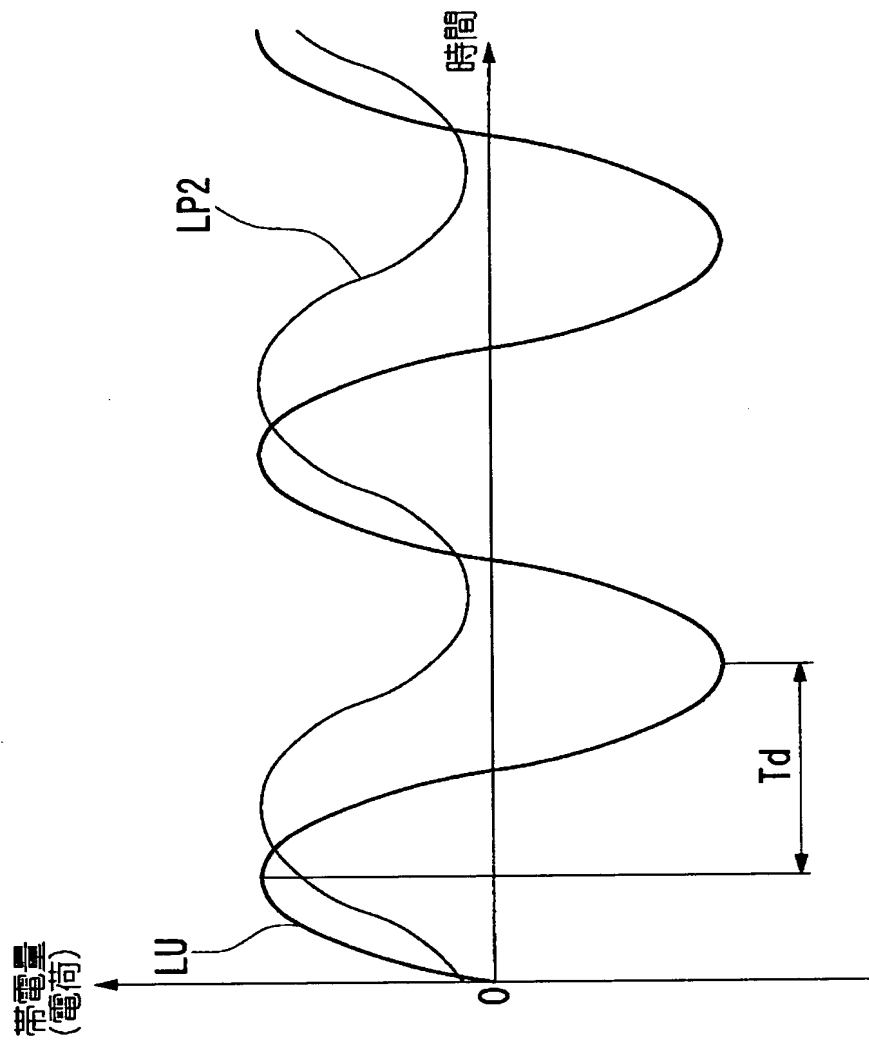
【図 4】



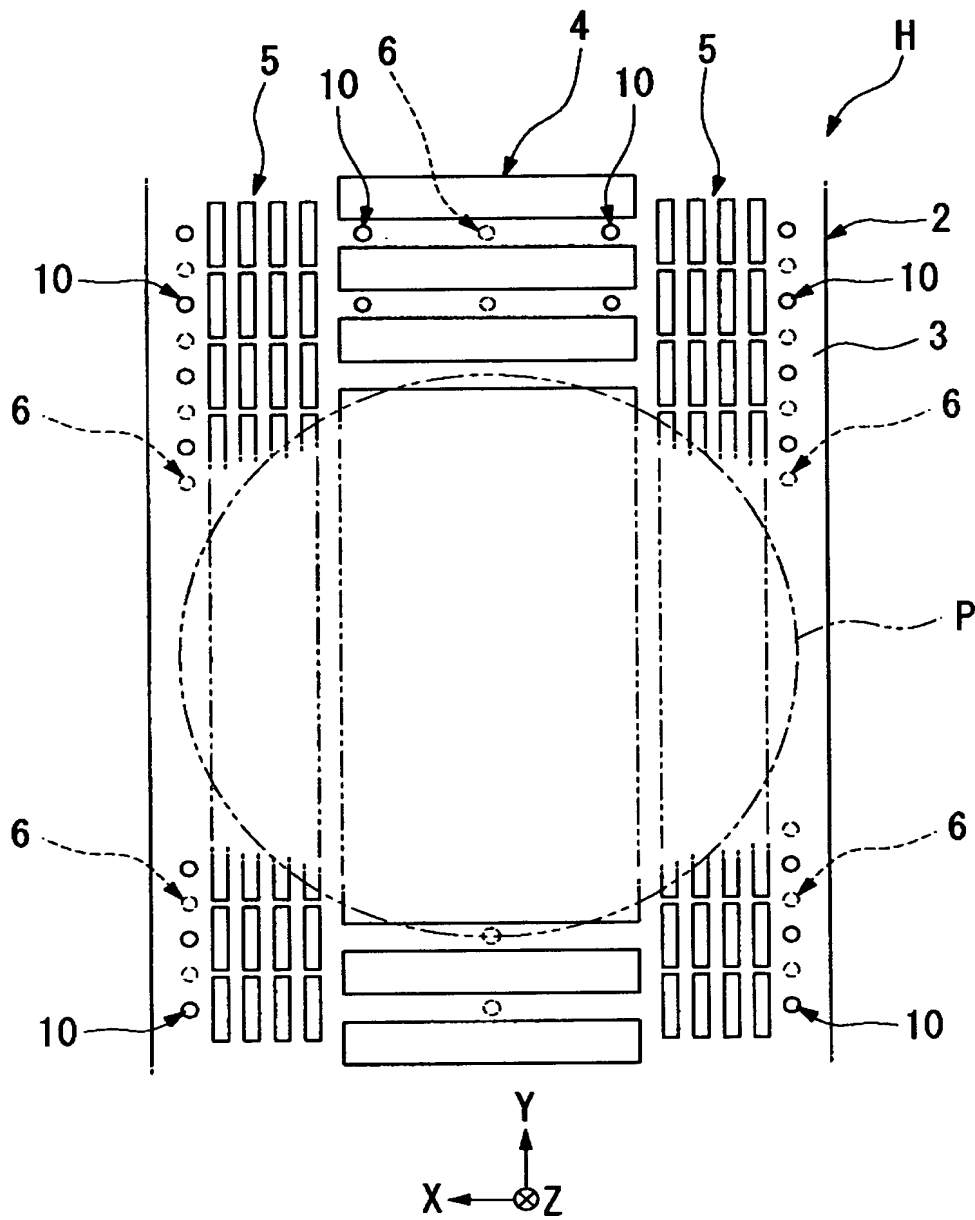
【図 5】



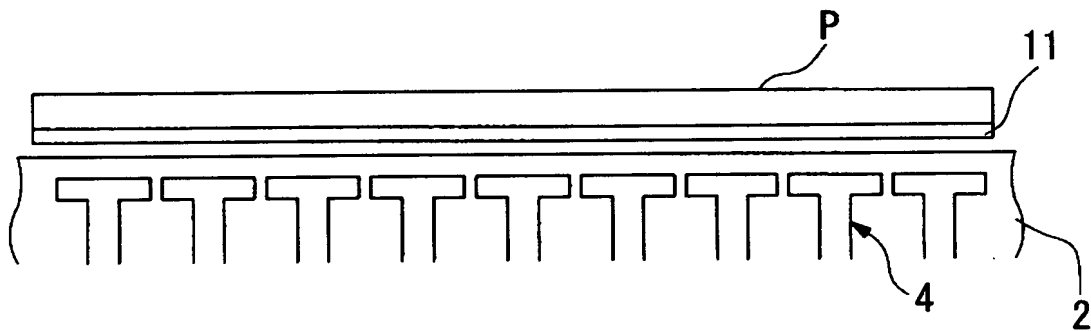
【図6】



【図 7】

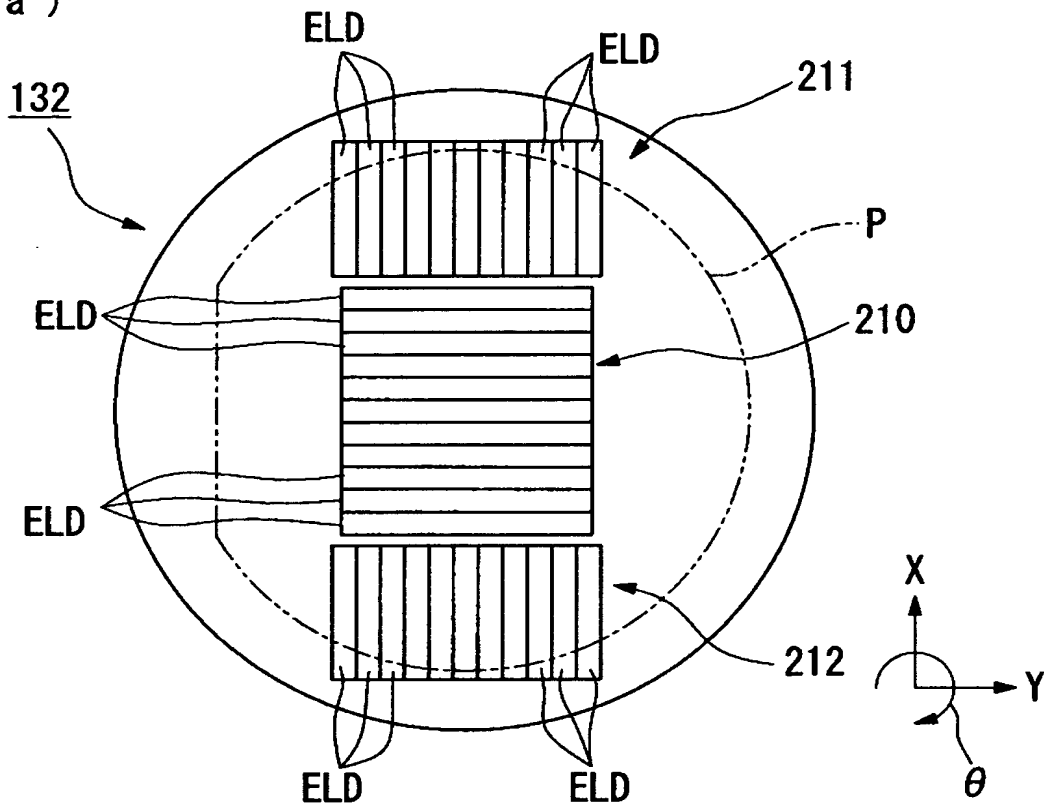


【図 8】

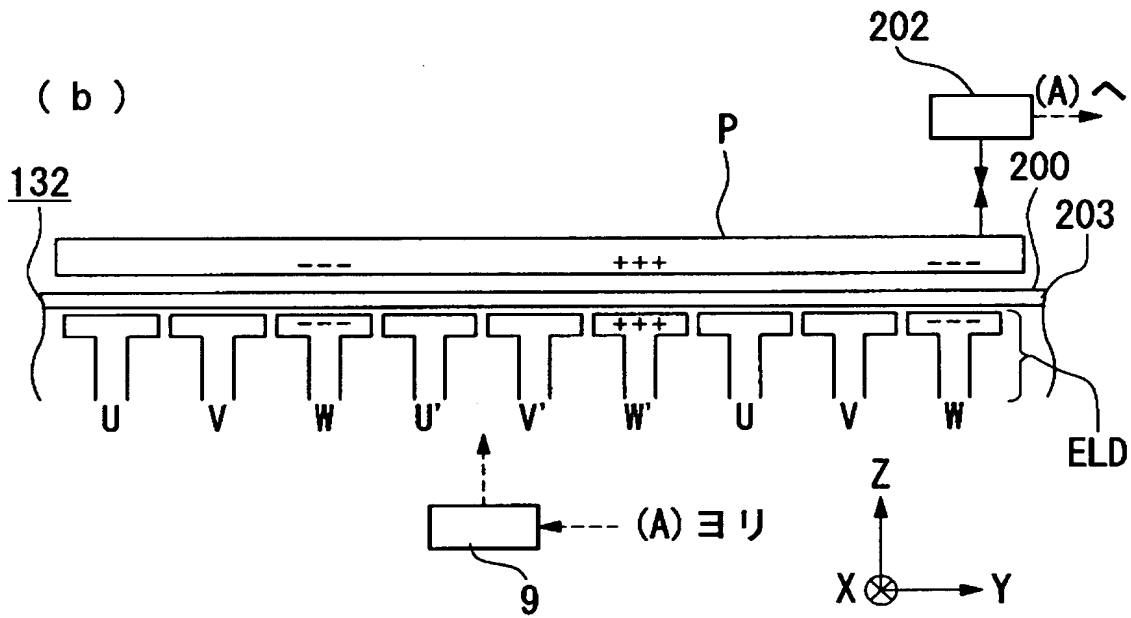


【図 9】

( a )

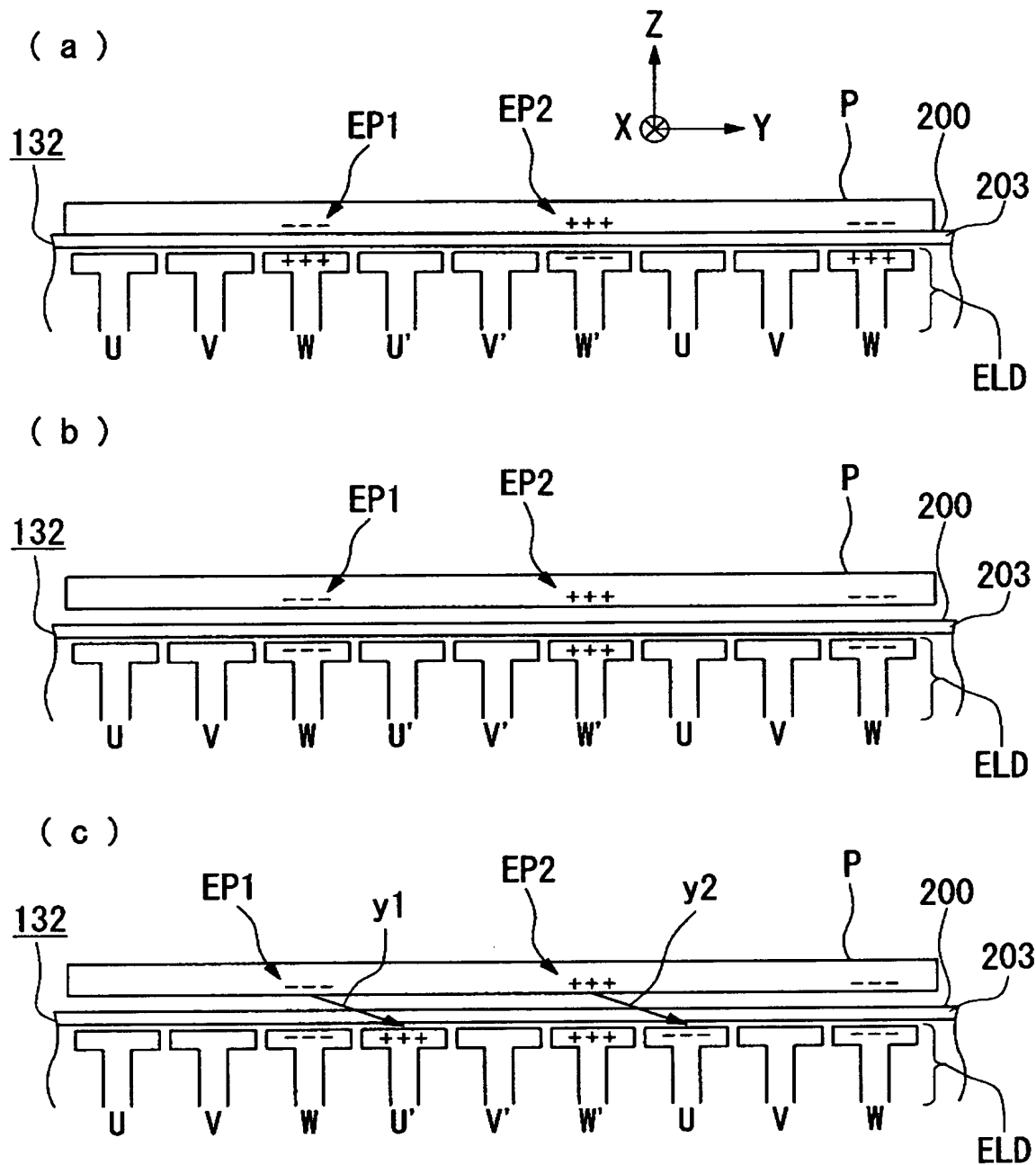


( b )



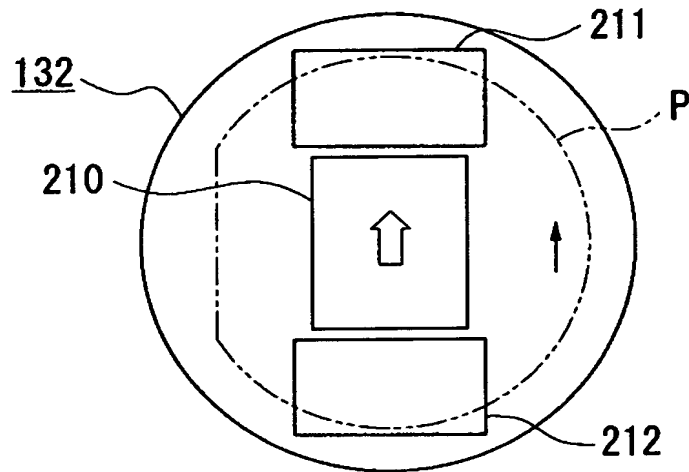


【图 10】

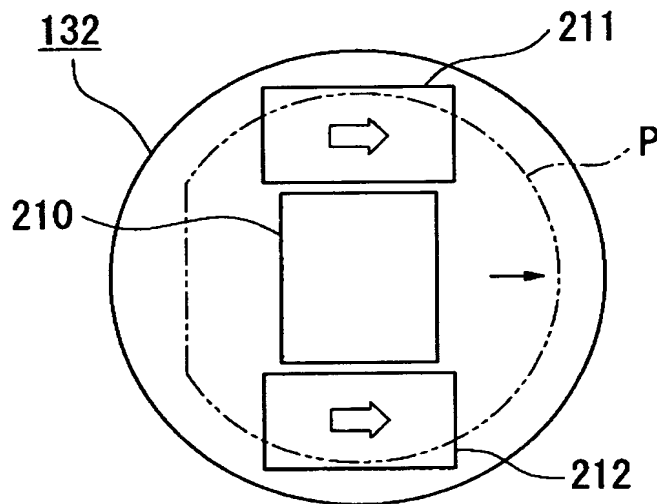


【図 1 1】

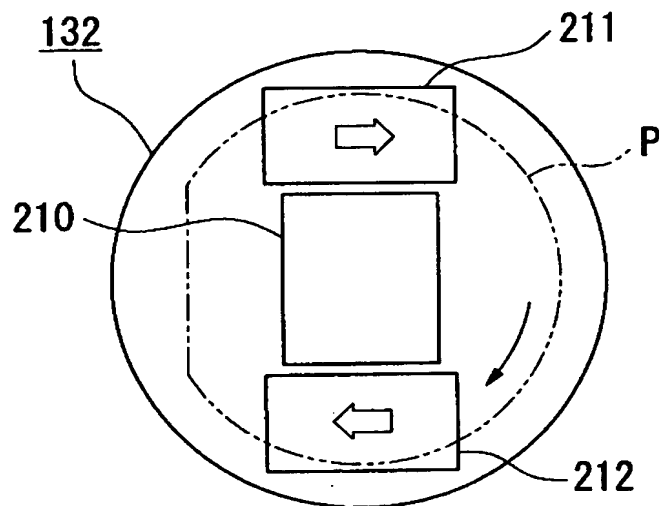
( a )



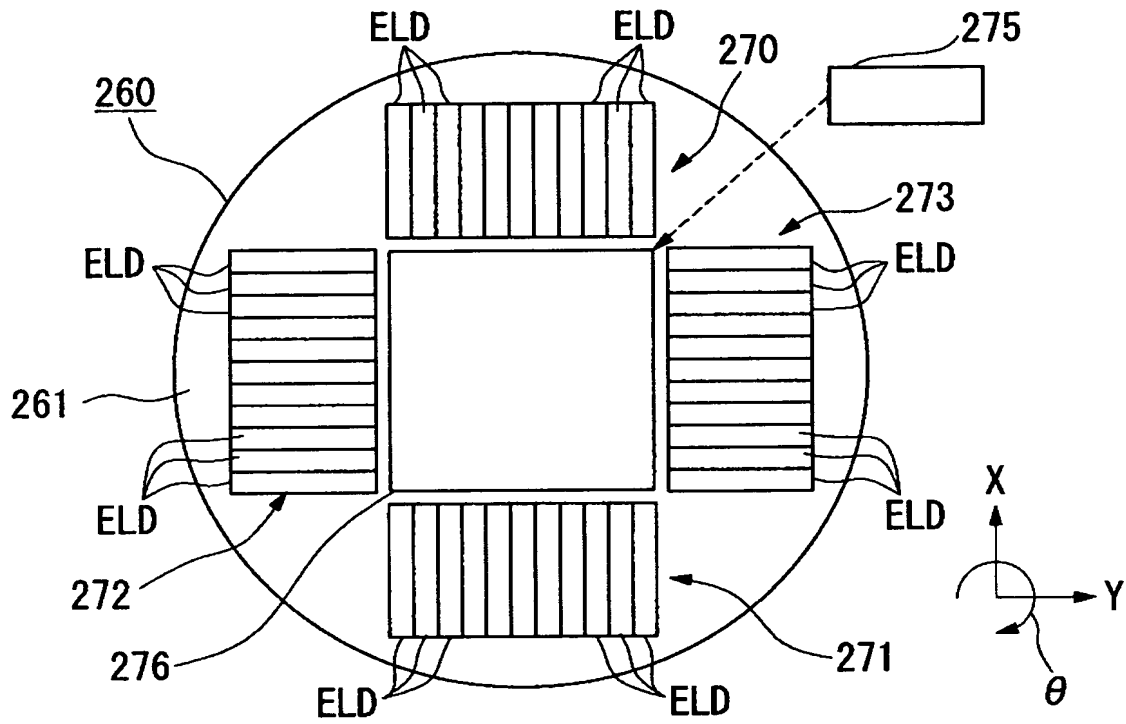
( b )



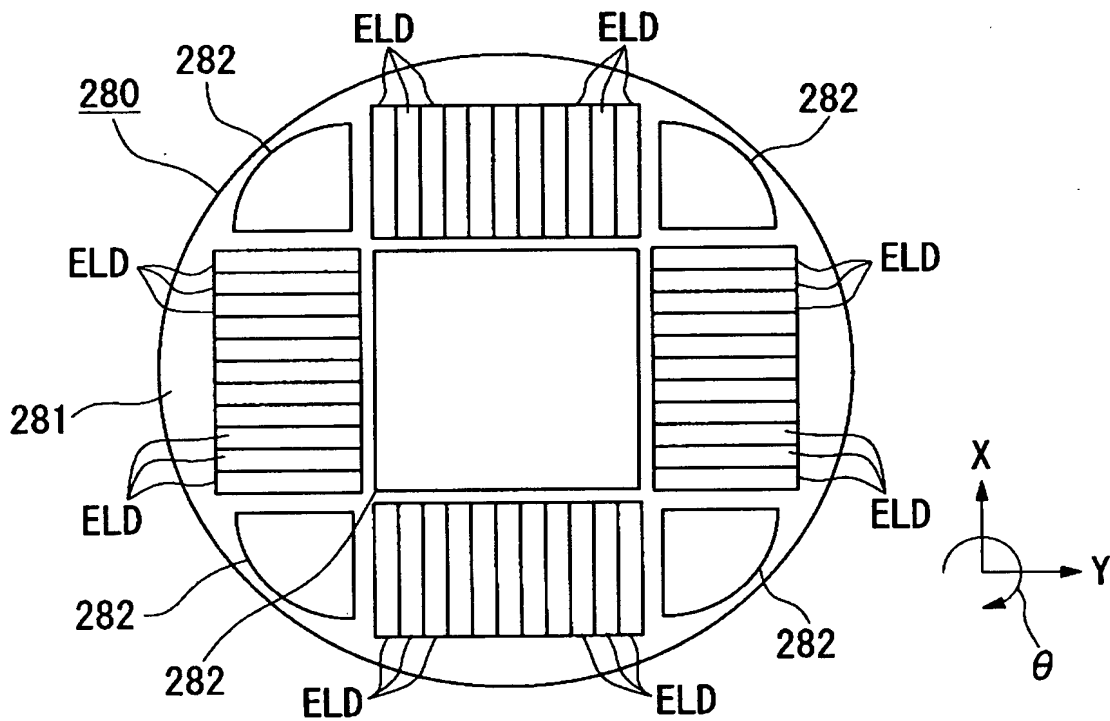
( c )



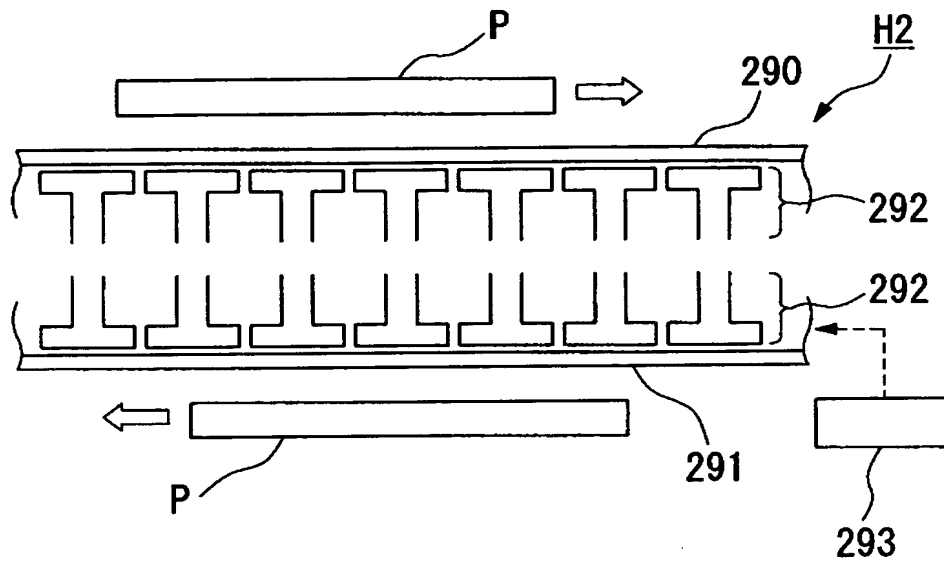
【図 1 2】



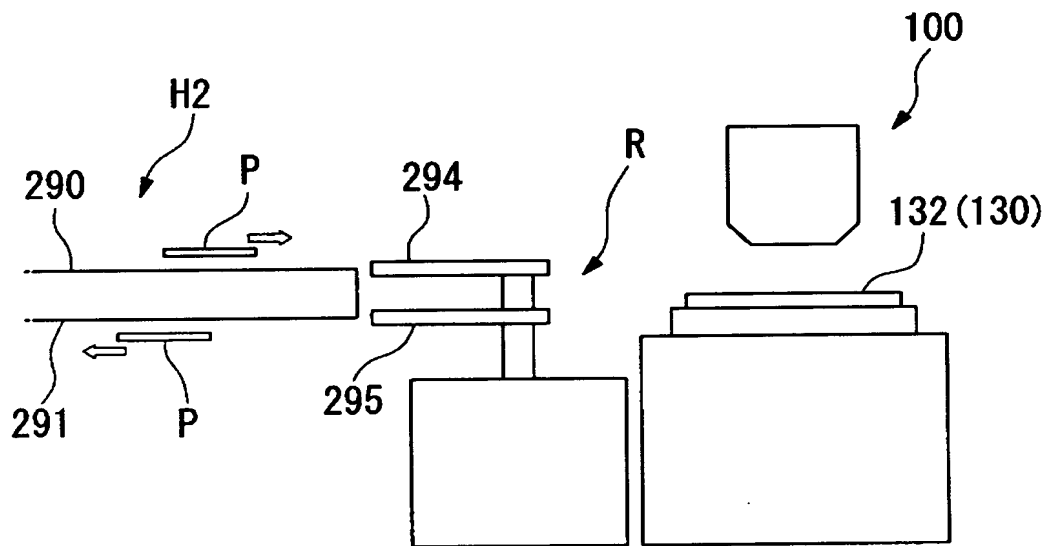
【図 1 3】



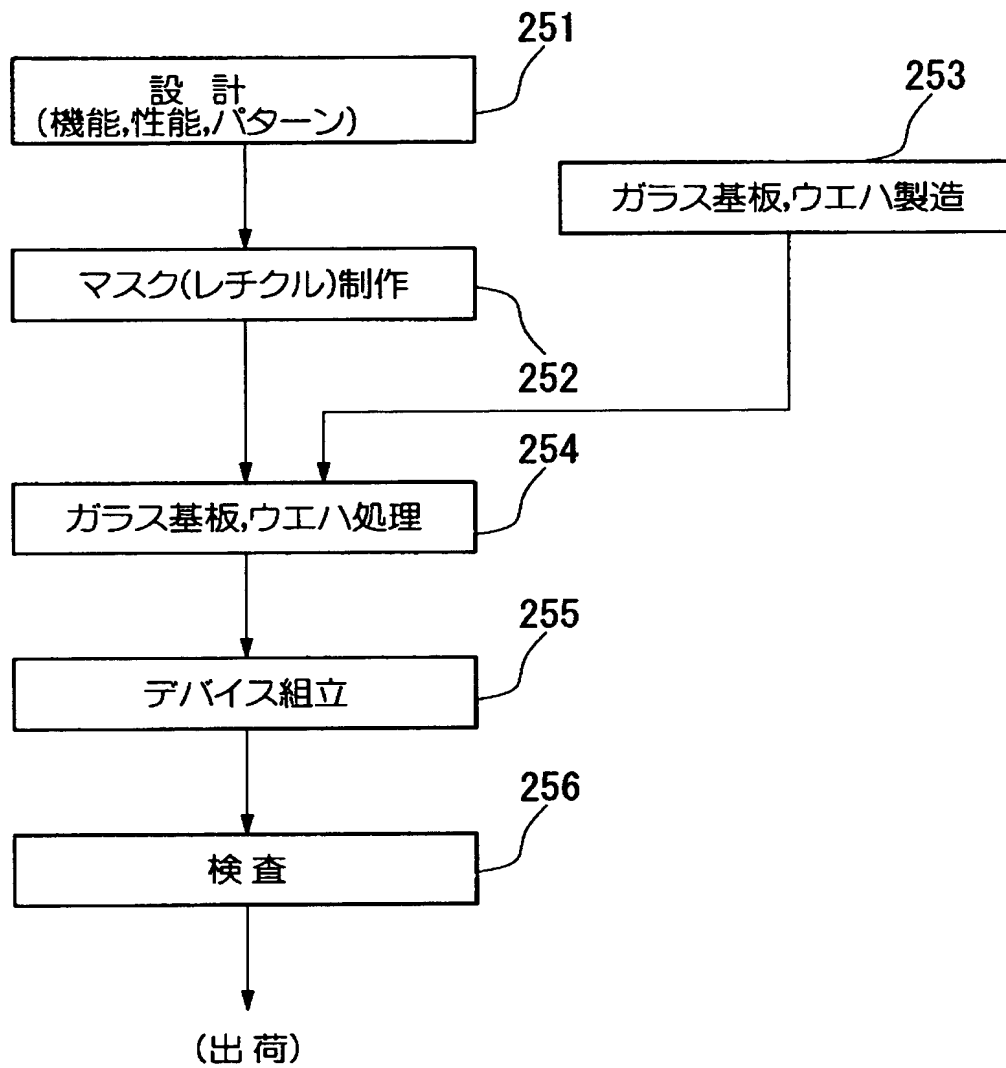
【図 1 4】



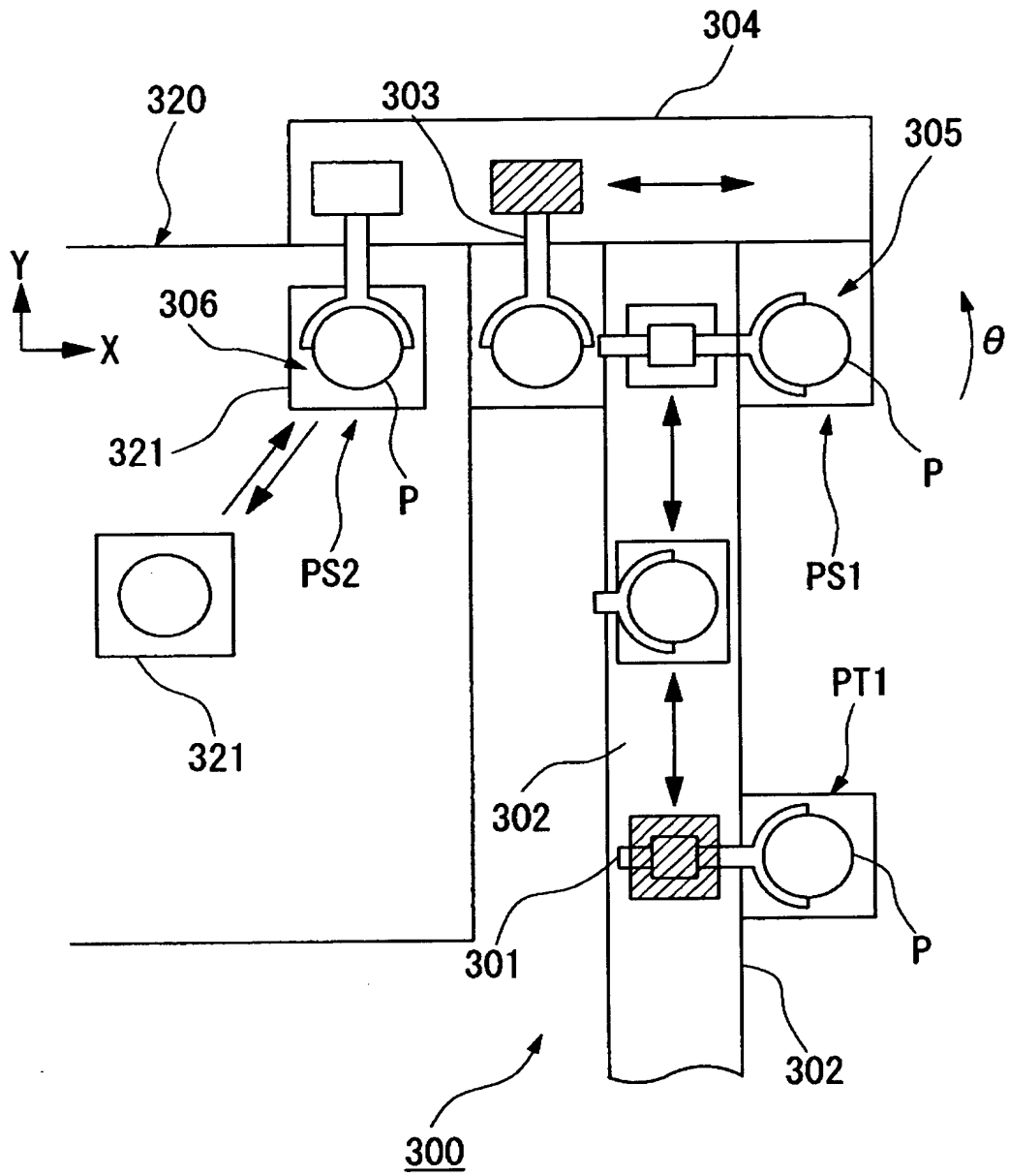
【図 1 5】



【図 1 6】



【図 17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 装置の小型化を実現し、基板を効率良く搬送することができる搬送方法及び搬送装置、並びに位置決め動作に伴う機械的な動作や振動の発生を抑制することができる位置決め方法及び位置決め装置、基板保持方法及び基板保持装置を提供する。

【解決手段】 露光装置 1 は、プレート 3 に沿って並ぶ複数の電極 4 と、複数の電極 4 に電圧を印加して基板 P を帯電させた後、この基板 P に帯電した電荷の符号と同じ符号になるように複数の電極 4 に電圧を印加し、基板 P における誘電分極に要する時間に応じて複数の電極 4 に印加する電圧を切り替える制御装置 9 とを有する搬送装置 H を備えている。基板 P は、静電気力により、プレート 3 に対して非接触状態で高速に搬送される。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004112]

1. 変更年月日 1990年 8月29日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号  
氏 名 株式会社ニコン